



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczny-Przyrodniczy
Im. Józefa G. Kowalskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szypczyński, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen



INFORMACJA O OSIĄGNIĘTYCH WYNIKACH, PRZEPROWADZONYCH BADANIACH

**dotyczących możliwości zastosowania rezultatów zrealizowanej Operacji „Zielone
Mleko” w praktyce, w zakresie innowacji produktowej**

**i osiągnięcie celu Operacji „Innowacja w produkcji mleka krowiego surowego, jego
przetwórstwie i wprowadzaniu na rynek serów dojrzewających o podwyższonych
walorach odżywczych”.**

PROW 2014-2020

Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich

“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Tytuł Operacji: “Zielone Mleko”.

Cel Operacji: Innowacje w produkcji mleka krowiego surowego, jego przetwórstwie i wprowadzeniu na rynek serów dojrzewających o podwyższonych walorach odżywczych. Przewidywane wyniki Operacji: produkcja wysokiej jakości serów dojrzewających o wyjątkowych właściwościach odżywczych, wdrożenie modelu żywienia krów mlecznych paszami pozyskiwanymi z użytków zielonych, zastosowanie do produkcji serów dojrzewających innowacyjnych rozwiązań technologicznych, wprowadzenie innowacji marketingowych.

Operacja pt. “Zielone Mleko”, współfinansowana jest ze środków Unii Europejskiej w ramach działania “Współpraca” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 - 2020.

Zlecniodawca:

Stowarzyszenie Lokalna Grupa Działania Sandry Brdy
z siedzibą w Chojnicach, ul. Wysoka 3
89-600 Chojnice

Wykonawca:

dr inż. Grażyna Gozdecka, prof. PBS
ul. Olchowa 15
86-005 Białe Błota



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczny-Przyrodniczy
Im. Jana i Józefa Kowalskich w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

SPIS TREŚCI

I. Wstęp

1. Produkcja i spożycie serów w Polsce
2. Skład chemiczny serów
3. Rola i znaczenie witaminy A, witaminy E oraz kwasów omega -3 w diecie człowieka

II. Informacje o przeprowadzonych badaniach i osiągniętych wynikach, które określą możliwość zastosowania rezultatów zrealizowanej Operacji w praktyce.

1. Cel badań – założenia innowacji produktowej
2. Opis przeprowadzonych działań i metody badań
 - 2.1. Przeprowadzone działania w celu otrzymanie innowacyjnego produktu
 - 2.2. Metody badań innowacyjnego produktu
3. Wyniki badań sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych
4. Określenie możliwości zastosowania rezultatów zrealizowanej Operacji w praktyce
5. Podsumowanie

(j. polski, j. angielski)
6. Główne korzyści, wynikające z zastosowania rezultatów zrealizowanej Operacji „Zielone Mleko” w praktyce, w zakresie innowacji produktowej przez ich adresata

(j. polski i j. angielski)
7. Wykaz literatury



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

I. Wstęp

Operacja pt. „Zielone Mleko” dotyczy wprowadzenia innowacji w produkcji mleka krowiego surowego oraz w jego przetwórstwie. Efektem wdrożonych innowacji będzie wprowadzenie na rynek serów dojrzewających o podwyższonych walorach odżywczych.

Obecnie na rynku spotkać można sery o podwyższonej zawartości kwasów omega-3, jednak otrzymywane są one poprzez fortyfikację serów olejem lnianym lub rybim. Natomiast produkt zaproponowany w Operacji „Zielone Mleko” jest, w stosunku do istniejących, innowacyjny z uwagi na to, że wysoka zawartość kwasów omega-3 oraz witamin wynika wyłącznie z zawartości tych składników w surowcu, czyli mleku.

Takie rozwiązanie jest również korzystniejsze z punktu widzenia procesu technologicznego, ponieważ nie wymaga ono wprowadzenia dodatkowych „niemlecznych” składników w jego trakcie. W związku z tym nie ma potrzeby modyfikacji procesu technologicznego pod względem aplikacji fortyfikujących składników, co wymagałoby dodatkowych operacji i czynności, zakupu urządzeń i wiązałoby się w konsekwencji z podniesieniem kosztów produkcji.

Podstawowym surowcem do produkcji serów dojrzewających jest mleko i ono oraz poprawność przeprowadzenia procesu technologicznego determinują końcową jakość produktu.

Inicjatywa podjęta w projekcie „Zielone Mleko” jest cenna ze względu na zaangażowanie w nim gospodarstw niskotowarowych, które korzystają z trwałych użytków zielonych (TUZ), a właśnie użytki zielone w założeniach projektu stanowią potencjał do modelowania składu mleka, zwłaszcza w zakresie składników funkcjonalnych. Wdrożenie w Operacji „Zielone Mleko” modelu żywienia krów mlecznych opartym na paszach produkowanych z upraw TUZ zarządzanych wg zasad zaproponowanych w projekcie gwarantuje uzyskanie mleka przewyższającego swoją wartością odżywczą mleko pozyskiwane od krów karmionych kiszunkami, szczególnie pod względem zawartości w nim składników prozdrowotnych, takich jak witaminy rozpuszczalne w tłuszczach oraz kwasy omega-3. Jak podaje Guliński i Kłopotowska (2019) za Fox i McSweeney (1998) oraz Gulińskim i in. (2018) spośród wszystkich składników mleka tłuszcz mleczny jest najbardziej podatny na kontrolę poprzez żywienie, a zmiany jego zawartości mogą się znacznie różnić w zależności od stosowanej technologii żywienia. Najczęstszymi przyczynami redukcji tłuszczu w mleku są niedożywienie krów, karmienie nadmierną ilością koncentratów paszowych, nadmiar białka oraz niedostateczna ilość energii w dawce paszowej. Wprowadzenie odpowiedniego karmienia krów ukierunkowanego również na dobrostan zwierząt będzie wpływało nie tylko na ilość ale również na jakość tłuszczu mlecznego w mleku ocenianą pod względem zawartości w nim witamin oraz składu i ilości poszczególnych kwasów tłuszczowych.



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczny-Przyrodniczy
Im. Józefa i Józefy Kosińskich w Bydgoszczy



Istotnym czynnikiem wpływającym na jakość mleka jest wydajność produkcyjna krów (wydajność dobową mleka). Wyższa wydajność jest ujemnie skorelowana z zawartością tłuszczu, suchej masy oraz białka (Guliński i Kłopotowska, 2019). Potwierdza to słuszność założeń projektowych związanych z nawiązaniem współpracy z gospodarstwami niskotowarowymi, gdzie produkcja mleka nie osiąga wysokich wartości produkcyjnych, zatem gwarantuje, pod warunkiem stosowania odpowiedniego modelu żywienia, otrzymywanie mleka o zakładanych w projekcie parametrach.

W ramach projektu współpraca pomiędzy producentami mleka oraz mleczarnią opiera się na stałym kontakcie i wymianie informacji dotyczących uzyskiwanej jakości mleka oraz podejmowaniu działań zmierzających do otrzymywania surowca o stałej, wysokiej jakości. **Mleko pozyskiwane z gospodarstw, które wprowadziły proponowany w projekcie model żywienia jest surowcem do otrzymania wysokiej jakości serów dojrzewających o wyjątkowych właściwościach odżywczych. Takie ujęcie problemu pozwala na zrównoważony rozwój gospodarstw i w konsekwencji regionu oraz stałe podnoszenie jakości produkowanej żywności, której konsumenci stawiają coraz wyższe wymagania, skłaniając się jednocześnie do wyboru produktów otrzymywanych z surowców pochodzących z hodowli i upraw prowadzonych „w zgodzie z naturą”.**



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietrong, Tadeusz Szypuł, Jacek Gostomirski, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

1. Produkcja i spożycie serów w Polsce

Produkty nabiałowe na rynku polskim są jedną z ważniejszych kategorii spożywczych dla konsumentów. Udział nabiału w spożywczym rynku FMCG (*Fast Moving Consumer Goods*) stanowi ok. 16%. W tej grupie sery stanowią prawie 40% produkcji wyrobów mlecznych (https://hurtidet.pl/article/art_id,35155-61/rynek-nabialu-sery/). Dynamiczny rozwój tego segmentu związany jest z wysoką świadomością i ciągłym rozwojem branży korzystającej z aktualnej wiedzy naukowej, pojawiających się nowych rozwiązań technologicznych, możliwości wykorzystania nowych surowców, ale również w bieżącym monitorowaniu pojawiających się na rynku oraz wśród konsumentów trendów związanych z podejściem do żywności i żywienia, zmianami społecznymi i gospodarczymi. Odpowiedzią na pojawiające się na rynku trendy jest wprowadzanie na rynek urozmaiconego asortymentu, nierzadko nowych produktów. Dzięki temu branża mleczarska odnotowuje znaczące wzrosty w udziale rynku w Unii Europejskiej i na świecie.

Na podstawie przygotowanego przez Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (KOWR) raportu nt. rynku serów w 2020 roku, Polska, jako producent serów znalazła się na piątym miejscu w Unii Europejskiej (960 tys. ton). Większymi producentami były tylko Niemcy (2,4 mln ton), Francja (1,9 mln ton), Włochy (1,3 mln ton) i Holandia (1 mln ton). Jest to rekordowy wynik dla Polski, która od roku 2004 zwiększyła produkcję serów i twarogów o 65%. Ponadto rosnący globalny popyt na wyroby serowarskie spowodował znaczny wzrost eksportu, który w odniesieniu do serów i twarogów w latach 2004-2020 zwiększył się ponad czterokrotnie (ze 191 mln EUR do 823 mln EUR). Jak podaje portal branży spożywczej Hurt i Detal w okresie pierwszych siedmiu miesięcy 2021 r. utrzymywał się wzrost wartości wywozu tego asortymentu. Przychody uzyskane z eksportu serów i twarogów osiągnęły poziom 518 mln EUR, o 8% wyższy niż w porównywalnym okresie 2020 r. Te wyniki plasują Polskę na szóstym miejscu pod względem produkcji serów na świecie (po USA, Niemczech, Francji, Włoszech i Niderlandach). (<https://wiadomoscispozywcze.pl/artykuly/9499/produkcja-serow-i-twarogow-osiagnea-rekordowy-wynik-jak-wyglada-rynek/>, https://hurtidet.pl/article/art_id,35155-61/rynek-nabialu-sery/)

Na rynku dostępny jest bardzo szeroki asortyment serów, który w sklepach jest tym większy im większa jest powierzchnia sprzedaży. KOWR w swoim raporcie podaje, że w 2020 r. sery twarogowe miały największy udział w strukturze produkcji tego segmentu (51%), kolejne były sery podpuszczkowe dojrzewające (37%), następnie sery topione (8%) oraz pozostałe warianty (4%). Z raportu wynika, że ze względu na istotny wzrost wartości produkcji na szczególną uwagę zasługują sery podpuszczkowe dojrzewające. W 2019 r. wartość ich produkcji wyniosła około 5,6 mld zł, co stanowiło 51% wartości produkcji sprzedanej serów i twarogów ogółem (11 mld zł). Z danych Głównego Urzędu Statystycznego – w 2020 r. zakłady przetwórcze wyprodukowały 358 tys. ton serów podpuszczkowych dojrzewających.

Agencja badawcza SW Research przeprowadziła badanie na temat preferencji Polaków względem kategorii serów. Produkty z tego segmentu spożywane są prawie codziennie. Sery



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Jacek Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

żółte są spożywane kilka razy w tygodniu przez 80,6% respondentów, co trzeci badany (34%) spożywa je, co najmniej raz dziennie, w tym 13,5% spożywa je kilka razy w ciągu dnia, natomiast tylko 2% badanych w ogóle nie spożywa żółtych serów. Motywami skłaniającymi do spożycia serów są w głównej mierze smak (63,3% respondentów), cena produktu (44%), marka producenta (35,6%), przyzwyczajenia żywieniowe (24,9%), a także dostępne promocje (24,4%) (Panel Handlu Detalicznego, rynek: Cała Polska (Food); wolumen, wartość; okres: listopad-październik 2019, listopad-październik 2020, listopad-październik 2021; kategorie: jogurty, kefir, mleko, roślinne substytuty mleka, maślanki, sery paczkowane, słodkie serki (definicje NielsenIQ)). Badanie przeprowadzone przez SW Research metodą CAWI w kwietniu 2022 r. na grupie 787 osób).

Analizując kategorie, jednymi z najpopularniejszych wśród polskich konsumentów są sery paczkowane a ich wartość sięga 7,5 mld złotych (Panel Handlu Detalicznego, rynek: Cała Polska (Food); wolumen, wartość; okres: listopad-październik 2019, listopad-październik 2020, listopad-październik 2021; kategorie: jogurty, kefir, mleko, roślinne substytuty mleka, maślanki, sery paczkowane, słodkie serki (definicje NielsenIQ)). Największy udział w paczkowanych serach mają sery białe. Paczkowane sery twarde w roku 2020 zanotowały wzrost wolumenu o 0,9% oraz wartości o 3,5% i są drugim pod względem wielkości segmentem serów.

Wyniki badań przeprowadzonych przez NielsenIQ wskazują, że rynek produktów nabiałowych jest rynkiem dojrzałym, w sprzedaży, którego umacnia się rola dyskontów. Obserwuje się dynamiczny rozwój na polskim rynku roślinnych alternatyw produktów mlecznych, które jednak nadal stanowią niszę. Przewiduje się, że w kontekście trendów związanych z dbaniem o zdrowie, planetę oraz o dobrostan zwierząt w najbliższych latach szczególnie roślinne alternatywy będą miały znaczny potencjał do wzrostu (Panel Handlu Detalicznego, rynek: Cała Polska (Food); wolumen, wartość; okres: listopad-październik 2019, listopad-październik 2020, listopad-październik 2021; kategorie: jogurty, kefir, mleko, roślinne substytuty mleka, maślanki, sery paczkowane, słodkie serki (definicje NielsenIQ)).

Pomimo stałego wzrostu spożycia sera (szczególnie paczkowanego) w ostatnich latach, w roku 2022 proces ten zatrzymał się z uwagi na sytuację gospodarczą kraju, tj. wysoką inflację i zmniejszenie się siły nabywczej konsumentów. Jednak w sklepach o mniejszych formatach, udział w sprzedaży serów w blokach z lady był wciąż bardzo duży (wynosi około 70%). Jest to związane z możliwością wyboru przez konsumentów mniejszych porcji, ale kilku rodzajów sera. Zakłada się, że konsumpcja serów w Polsce w roku 2023 utrzyma się na poziomie z roku minionego (<https://www.forummleczarskie.pl/aktualnosci/9149,konsumpcja-serow-w-polsce-utrzyma-sie>).

Globalnie przewiduje się, że w latach 2021-2030 światowa produkcja mleka będzie rosła o 1,7% rocznie a w związku z tym i produkcja pozostałych przetworów mlecznych. (<https://www.forummleczarskie.pl/raporty/1323,globalne-trendy-globalne-trendy-w-produkcji-mleczarskiej>), natomiast z analiz przygotowanych przez ING wynika, że utrzymuje



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



KULAWSKO-POMORSKI
OŚRODEK DORADZTWA ROLNICZEGO
w Kwidzynie

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Marcin Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

się spadkowy trend dotyczący poziomu spożycia mleka ale wzrasta spożycie twarogów i serów. W przypadku serów i twarogów zaobserwowano wzrost spożycia o 11.5% (z 0,87kg do 0,97kg), natomiast spożycie mleka zmalało o około 36% (z 4,43l w roku 2005 do 2,90l w roku 2021) (<https://ecoekonomia.pl/2022/08/25/jemy-mniej-miesa-i-warzyw-a-wiecej-nabialu/>). Dane dotyczące spożycia sera są znacznie niższe w porównaniu do innych krajów Europy, np. Niemiec, jednak przewiduje się, że będzie następował stały wzrost zarówno produkcji serów jak i jego konsumpcji (Brodziak i in. 2018).

Producenci korzystając z wiedzy o trendach, które w dużej mierze decydują o wyborach konsumentów dostosowują ofertę produktową zgodnie z oczekiwaniami kupujących. Związane jest to z opracowywaniem nowych produktów, rozwojem technologii, wykorzystywaniem nowych surowców oraz, co istotne, z dobrostanem zwierząt i ochroną środowiska. W ostatnich latach na sile przybiera trend związany ze wzrostem świadomości konsumentów w zakresie wiedzy o żywności i jej wpływie na zdrowie. Dlatego kupujący dbający o własne zdrowie i swojej rodziny zwracają uwagę na skład produktów spożywczych, ich jakość i bezpieczeństwo. Tak zwana krótka etykieta bez zbędnych dodatków funkcjonalnych (np. informacja na opakowaniu – „bez dodatku substancji konserwujących”) jest obecnie synonimem produktu bezpiecznego i zdrowego. Ponadto konsumenci coraz częściej zwracają uwagę na obecność na etykiecie oświadczeń żywieniowych czy zdrowotnych wskazujących na konkretne działanie prozdrowotne danego produktu (np. informacja – „wysoka zawartość wapnia i białka”, „źródło białka”, „wysokobiałkowy”, „bogaty w wapń”, „bez laktozy”). Ten trend utrzymuje się pomimo rosnących cen żywności a konsumenci gotowi są zapłacić więcej za produkty, które pełnią określone funkcje prozdrowotnej przyczyniając się do poprawy stanu zdrowia czy obniżenia masy ciała. Trend ten pogłębił się dodatkowo przez pojawienie się pandemii wirusa SARS-CoV-2, w trakcie której wzrosła świadomość społeczeństwa dotycząca tego, w jaki sposób żywność i odżywianie mogą wspierać zdrowie i stan organizmu. Jeśli chodzi o produkty mleczarskie to największe znaczenie mają produkty pozytywnie wpływające na zdrowie układu pokarmowego, w związku z czym producenci zwiększają swoją ofertę produktów zawierających bakterie probiotyczne. Pojawiają się także na rynku produkty do zastosowania w określonych dietach, np. w dietach osób aktywnych fizycznie oraz osób 55+ – produkty o podwyższonej zawartości białka (obserwuje się wzrost spożycia takiej żywności), produkty „keto” stosowane w dietach z ograniczeniem węglowodanów i wysokotłuszczowych, w dietach redukcyjnych – produkty typu light, produkty bez laktozy w dietach eliminujących, które zyskują na popularności nie tylko wśród osób z nietolerancją laktozy. Jak podaje Gadzała i Lesiów (2019) eliminowanie z diety laktozy jest efektem oddziaływania na społeczeństwo informacji o zmniejszającej się wraz z wiekiem zdolności do jej trawienia. Stąd rozpowszechniona opinia, że produkt bezlaktozowy jest lepszy od klasycznego (<https://www.forummleczarskie.pl/raporty/806,produkty-bezlaktozowe>). Zaznaczyć trzeba, że zdrowy człowiek bez problemów związanych z nietolerancją laktozy eliminując ją z diety może wywołać faktyczny problem z jej trawieniem. Związane jest to z działaniem aparatu enzymatycznego w układzie pokarmowym. Brak substratu jakim jest laktoza w dostarczonym



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy
im. Jana i Jeleny Kosińskiego w Bydgoszczy



KULAWSKO-POMORSKI
OŚRODEK DOKADZWA ROLNICZEGO
w Kwidzynie

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Marcin Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

pożywieniu w efekcie powoduje zahamowanie wytwarzania enzymu ją trawiącego, co określane jest rozleniwianiem układu enzymatycznego (<https://www.portalspozywczy.pl/mleko/wiadomosci/naukowcy-przestrzegaja-ze-produkty-bez-laktozy-moga-zaszkodzic,155058.html>).

Na rynku pojawiają się również produkty mleczarskie wzbogacone o składniki wpływające pozytywnie na stan zdrowia konsumentów a spożywane w diecie w nieodpowiednich ilościach i proporcjach. Do składników tych zalicza się niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT), w tym szczególnie kwasy omega-3. Produkty te otrzymywane są najczęściej z dodatkiem olejów roślinnych (np. z dodatkiem oleju lnianego – ser pro zdrowotny) lub olejów rybich.

Z danych FAO wynika, że ponad 80% światowej populacji regularnie spożywa produkty mleczne. W zaleceniach żywieniowych większości krajów europejskich znajdują się rekomendacje dotyczące spożywania 2-4 porcji produktów mlecznych w ciągu dnia. W związku z tym można przyjąć, że produkty mleczarskie zawierają w sobie duży potencjał związany z oferowaniem produktów o cechach żywności prozdrowotnej, która uzupełni odpowiednią podaż składników niezbędnych do utrzymania zdrowia przez konsumentów (https://hurtidetal.pl/article/art_id,35155-61/rynek-nabialu-sery/, <https://www.forummleczarskie.pl/raporty/1323,globalne-trendy-globalne-trendy-w-produkcji-mleczarskiej>).

Trend związany z dbałością o środowisko wpływa na wybór produktów pakowanych w biodegradowalne lub możliwe do recyklingu opakowania. Ponadto dla świadomego konsumenta liczy się również pochodzenie produktu, produkcja z zachowaniem dobrostanu zwierząt hodowlanych i z poszanowaniem tradycji. Dlatego też obserwuje się przechodzenie z hodowli bydła mlecznego w wielkich zamkniętych pomieszczeniach do wypasu pastwiskowego opartego na własnych uprawach roślinnych. W efekcie takiego sposobu żywienia otrzymuje się mleko wysokiej jakości. (https://hurtidetal.pl/article/art_id,35155-61/rynek-nabialu-sery/, <https://www.forummleczarskie.pl/raporty/1323,globalne-trendy-globalne-trendy-w-produkcji-mleczarskiej>).

W wymienione trendy wpisuje się również Operacja „Zielone mleko” idąc o krok dalej, bo proponując produkt w postaci sera dojrzewającego z krótką etykietą o zwiększonej zawartości kwasów omega-3, witaminy E oraz β -karotenu bez wprowadzania „niemlecznych” dodatków, a jedynie poprzez wykorzystanie do produkcji mleka pochodzącego od krów z hodowli niskotowarowych żywionych pastwiskowo. Jest to zupełna nowość produktowa jeśli chodzi o tego typu produkty oferowane na rynku. Ser dojrzewający o podwyższonych walorach odżywczych będzie jedynym produktem na rynku, który nie zawiera dodatków w postaci olejów roślinnych czy rybich a charakteryzuje się podwyższoną zawartością wymienionych składników.

2. Skład chemiczny serów



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczny-Przyrodniczy
Im. Jana i Józefa Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Jacek Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

Skład chemiczny sera zależy przede wszystkim od surowca z jakiego zostanie wytworzony, zastosowanej technologii i w dużej mierze będzie determinował, oprócz wartości odżywczej, jego jakość sensoryczną (Michalska i Bielecka 2022).

Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. pojęcie „przetwory mleczne”, w którym mieszczą się sery i twarogi oznacza produkty uzyskiwane wyłącznie z mleka, przy założeniu że można dodać substancje konieczne do ich wytworzenia, o ile nie stosuje się ich do zastąpienia – w całości lub w części – jakichkolwiek naturalnych składników mleka.

Według CODEX STAN 283-1978 „Ser jest to produkt dojrzewający lub niedojrzewający, miękki, półtwardy, twardy lub bardzo twardy, który może być powlekany i w którym stosunek białek serwatkowych do kazeiny nie przekracza poziomu takiego jak w mleku, otrzymany przez:

(a) pełną lub częściową koagulację białek mleka pełnego, mleka odtłuszczonego, mleka częściowo odtłuszczonego, śmietanki, śmietanki serwatkowej lub maślanki lub jakiejkolwiek kombinacji tych surowców, przez działanie podpuszczki lub innych odpowiednich czynników koagulujących i przez częściowe odczerpanie serwatki będącej rezultatem koagulacji, uwzględniając przy tym zasadę, że rezultatem końcowym wyrobu sera jest koncentracja białek mleka (w szczególności części kazeinowej) oraz, że w konsekwencji zawartość białka w serze będzie znacząco wyższa niż zawartość białka w mieszaninie powyższych surowców, z których ser był wyprodukowany; i/lub:

(b) procesy technologiczne, obejmujące koagulację białek mleka i/lub produktów otrzymanych z mleka, które dają produkt końcowy o podobnych fizycznych, chemicznych i organoleptycznych cechach jak produkt zdefiniowany zgodnie z (a).

Ser dojrzewający jest to ser, który w krótkim czasie po produkcji nie jest gotowy do konsumpcji, lecz powinien być przetrzymany tak długo, w odpowiedniej temperaturze i w odpowiednich innych warunkach, aby zaszły w nim niezbędne biochemiczne i fizyczne przemiany charakteryzujące dany ser.”

Często przy opisywaniu technologii otrzymywania sera charakteryzuje się ją jako ciąg czynności w efekcie, których następuje usunięcie wody z mleka (Pijanowski i Gaweł, 1985). Proces technologiczny prowadzi do otrzymania uformowanego sera, który jest solony i poddawany dojrzewaniu, które może trwać nawet kilka lat. Zastosowanie różnych parametrów w procesie technologicznym daje możliwość produkcji różnych gatunków sera (<https://lokalnyrolnik.pl/blog/konsumpcja-serow-polsce-jednostronna-monotonna/>). Dlatego sery ze względu na swój skład chemiczny oraz cechy sensoryczne są jedną z najbardziej zróżnicowanych grup przetworów mlecznych. Podstawowym i powszechnie stosowanym podziałem jest klasyfikacja serów pod względem technologii wytwarzania skrzepu. Sery dzieli się ze względu na gatunkowe pochodzenie mleka, zawartość tłuszczu (np. sery śmietankowe – od 60% w s.m., pełnotłuste – od 45% w s.m., tłuste – od 40% w s.m., chude – poniżej 10% w



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczny - Przyrodniczy
Im. Józefa Haynolda - Kieleńskie w Kielcach



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szpyt, Piotr Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

s.m.) konsystencję, proces produkcyjny lub czas dojrzewania. Obecnie na świecie produkowanych jest około 4000 różnych rodzajów serów (<https://www.forummleczarskie.pl/raporty/235,ser-podzial-rodzaje> <https://www.spozywczetechnologie.pl/mleko/produkcja/449/sery-podpuszczkowe-dojrzewajace-wedzone-produkcja-i-rodzaje>, Knysz i in. 2018).

Sery podpuszczkowe dojrzewające dzieli się także ze względu na zawartość w nich wody (lub s.m.) i rozróżnia w zależności od ich twardości na sery twarde do tarcia (25-30% wody), twarde do krajania (35-45% wody), półtwarde (45-50% wody), miękkie (60-70%). Przeciętny skład chemiczny sera twardego podpuszczkowego zamieszczono w Tabeli 1. Sery zawierające odpowiednio więcej wody jednocześnie zawierają odpowiednio mniej poszczególnych składników suchej masy (Pijanowski i Gawęł, 1985).

Tabela 1. Przeciętny podstawowy skład chemiczny twardego sera podpuszczkowego (Pijanowski i Gawęł, 1985)

Składnik	Zawartość w %
Woda	33-40
Tłuszcz	28-30
Białko łącznie z produktami ich degradacji (peptydy i aminokwasy)	25-28
Kwasy organiczne (m.in. kwas mlekowy, propionowy, octowy)	ok. 2
Popiół w tym NaCl	ok. 5 1,5-3,0

Przetwory mleczne, w tym sery zaliczane są do cennych produktów w żywieniu człowieka. Z uwagi na swój skład chemiczny wyróżniają się wysoką wartością odżywczą, dostarczając niezbędnych składników budulcowych oraz regulujących. Białko zawarte w serach charakteryzuje się wysoką wartością biologiczną. Z uwagi na wysoki poziom wapnia, sery traktowane są jako jego źródło, szczególnie bogate w niego są sery podpuszczkowe. Ponadto w swoim składzie zawierają znaczne ilości fosforu, potasu oraz magnezu, cynku, miedzi manganu i kobaltu. W zależności od rodzaju sera, 100 g tego produktu pokrywa od 30-40% do nawet 100% dziennego zapotrzebowania organizmu na wapń oraz od 12-20% do 40-50% dziennego zapotrzebowania na fosfor. Produkty mleczne zawierają witaminy z grupy B głównie B2, B6 i B12. (red. Gawęcki, 2012).

Z uwagi na zawartość tłuszczu sery zaliczane są do produktów o wysokiej wartości energetycznej (red. Gawęcki, 2012). Tłuszcz mleczny charakteryzuje się przewagą krótkołańcuchowych nasyconych kwasów tłuszczowych (KKT) (64%). W tłuszczu mleka występują także tłuszcze złożone, tj. fosfolipidy, sterole - cholesterol oraz witaminy



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczny-Przyrodniczy
Im. Józefa i Józefiny Kosińskich w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Jacek Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

rozpuszczalne w tłuszczach (A, D, E, K). Tłuszcz mleczny zalicza się do naturalnych tłuszczów nasyconych. Około 30 % tłuszczu mlecznego stanowią jednonienasycone (monoenu) kwasy tłuszczowe – oleinowy (oktadecenowy, n-9) wakcenowy (oktadecenowy, n-7). W tłuszczu tym występują naturalne izomery *trans* kwasów tłuszczowych (od 2 do 8%). Około 60% wszystkich izomerów *trans* stanowi kwas wakcenowy, który jest prekursorem do powstania izomerów skoniugowanego kwasu linolowego (CLA) w organizmie człowieka. Obecne w mleku krowim naturalne izomery kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans* charakteryzują się silnym i udowodnionym działaniem prozdrowotnym (Walther i in., 2008, Siwiec i Stachowska, 2017). Kwas wakcenowy, a także CLA wykazują wszechstronne prozdrowotne działanie: immunostymulujące, antyoksydacyjne, przeciwmiażdżycowe i antynowotworowe. Spośród przetworów mlecznych masło i sery dojrzewające zawierają największą ilość sprzężonego kwasu linolowego. (Cichosz i Czeczot, 2012; Kowalska i Cichosz, 2013, Reklewska i Bernatowicz, 2002). W tłuszczu mlecznym znajdują się kwasy wielonienasycone (polienowe), m.in. kwas linolowy (oktadekadienowy, n-6) oraz α -linolenowy (oktadekatrienowy, n-3) (ALA) zaliczane do niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) i grupy wielonienasyconych niezbędnych kwasów (WNKT), których organizm ludzki nie syntetyzuje, dlatego muszą być dostarczane wraz z pożywieniem. WNKT, są konieczne do prawidłowego rozwoju, a także do utrzymania dobrego stanu zdrowia. Stanowią także źródło składników, które są wykorzystywane do syntezy takich związków biologicznie czynnych, jak prostaglandyny. NNKT należą do głównych składników budulcowych komórek oraz wykazują działanie przeciwartymiczne, przeciwzakrzepowe, przeciwmiażdżycowe oraz przeciwzapalne, a także poprawiają funkcję śródbłoka naczyń. Produkty przemian NNKT n-3 oraz n-6 wpływają na komórkowe procesy biochemiczne, jednak ich odmienna budowa determinuje różną aktywność, dlatego też bardzo ważna jest odpowiednio zbilansowana ilość obu grup kwasów w diecie. (Stołyhwo-Szpajer i in., 2001; De Caterina, 2011; Kolanowski, 2013). Według zaleceń Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego (AHA, American Heart Association) osoby zdrowe powinny spożywać dwa razy w tygodniu ryby oraz produkty bogate w kwas α -linolenowy (1,5–3,0 g) w celu prewencji chorób układu sercowo-naczyniowego. (Dutkowska i Rachoń, 2015). Sery są bogatym źródłem bioaktywnych peptydów wykazujących korzystne działanie w przebiegu nadciśnienia tętniczego (Reklewska i Bernatowicz, 2002, Walther i in., 2008, Knysz i in., 2018). Tłuszcz mleczny, tak jak pozostałe składniki mleka i przetworów mlecznych jest bardzo dobrze przyswajalny przez organizm człowieka, a jego strawność wynosi 97-99% (red. Gawęcki, 1997).

3. Rola i znaczenie witaminy A, witaminy E oraz kwasów omega -3 w diecie człowieka

Według danych zebranych w opracowaniu „Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie” pod red. M. Jarosza, E. Rychlik, K. Stoś i J. Charzewskiej z 2020 roku Witaminy



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Marcin Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

A i E oraz kwasy omega-3 są niezbędnymi składnikami, które powinny być dostarczane w diecie w celu utrzymania prawidłowego stanu zdrowia. W przypadku witamin A i E zarówno ich niedobór, jak i ich nadmiar w organizmie może powodować zakłócenia w metabolizmie człowieka, co skutkuje występowaniem różnego rodzaju zaburzeń czy schorzeń. Natomiast w przypadku kwasów tłuszczowych z rodzin n-3 i n-6 istotne jest odpowiednie ich zbilansowanie w diecie, co umożliwia zachowanie równowagi fizjologicznej organizmu.

Dla różnych grup ludności w normach żywieniowych podaje się EAR (Estimated Average Requirement) – poziom średniego zapotrzebowania na witaminę, AI (Adequate Intake) – poziom wystarczającego spożycia oraz RDA (Recommended Dietary Allowance) – poziom zalecanego spożycia. Z uwagi na zagrożenie nadmiarem spożywanych witamin wprowadzono górny tolerowany poziom spożycia UL (Tolerable Upper Intake Level) nazywany także Górnym Bezpiecznym Poziomem Spożycia (Upper Safe Level).

Dla kwasów tłuszczowych omega-3 (n-3) i omega-6 (n-6) zalecenia dotyczą wystarczającego spożycia (AI) wyrażonego jako % energii z diety (% E).

Witamina A

Związki, które zaliczane są do witaminy A to retinol i jego pochodne (retinal, kwas retinolowy, estry retinyli (palmitynian, propionian, octan)) oraz prowitaminy A - karotenoidy (β -karoten, α -karoten i β -kryptoksantina), które muszą ulec przekształceniu aby wykazywać aktywność biologiczną witaminy A (Normy żywienia, 2020; EFSA, 2015). Witamina A, może powstawać w przewodzie pokarmowym (w jelicie cienkim) z prowitamin (karotenów). β -karoten jest najsilniejszym prekursorem witaminy A. Zawartość witaminy A w spożytej żywności określa się uwzględniając ilość retinolu oraz ilość tej witaminy powstałą ze spożytych karotenoidów. Wyraża się ją w równoważnikach retinolu (RE), stosując odpowiednie współczynniki przeliczeniowe. Biorąc pod uwagę absorpcję karotenoidów i ich biokonwersję do retinolu, dla β -karotenu zaproponowano współczynniki konwersji 1:6 oraz 1:12 dla pozostałych karotenoidów (1 μ g równoważnika retinolu (RE) równa się 1 μ g retinolu, 6 μ g β -karotenu i 12 μ g innych prowitaminowych karotenoidów) (Normy żywienia, 2020, Gawęcki red. 2012; SCF, 1993). Zapasowe formy witaminy A, estry retinyli magazynowane są w wątrobie i w przypadku zapotrzebowania uwalniane jest z nich retinol (Gawęcki red. 2012, Normy żywienia..., 2020 za Haider B.A. i Bhutta Z.A. 2011).

W organizmie witamina A bierze udział m.in. w procesie widzenia, odgrywa istotną rolę w podziałach i różnicowaniu komórek oraz w utrzymaniu ich prawidłowej struktury, zapewnia prawidłowe działanie układu immunologicznego i przyczynia się do utrzymania prawidłowego stanu naskórki, (Fields A.L i in., 2007), posiada właściwości przeciwutleniające, szczególnie β -karoten chroni przed działaniem reaktywnych form tlenu (Normy żywienia, 2020, Gawęcki red. 2012). Wykazano, że witaminy A, β -karoten, E, i C zmniejszają ryzyko powstawania miażdżycy, zaćmy, reumatoidalnego zapalenia stawów, niektórych nowotworów i schorzeń układu oddechowego, a także zapobiegają procesowi starzenia się organizmu (Gawęcki red., 2012).



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im Józefa G. Kościuszki w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Marcin Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

Witamina A występuje w żywności pochodzenia roślinnego w postaci prowitamin, przede wszystkim β -karotenu, natomiast retinol i jego pochodne występują w produktach pochodzenia zwierzęcego. Bogatym źródłem β -karotenu są warzywa (marchew, natka pietruszki, szpinak, jarmuż, brokuły) i owoce (morele, brzoskwinie). β -karoten obecny jest w mleku i jego przetworach, jajach oraz maśle. Duże ilości retinolu znajdują się w podrobach, szczególnie w wątrobie, jajach, serach podpuszczkowych dojrzewających, maśle oraz niektórych rybach morskich (Kunachowicz H. i in., 2017). W Polsce istotnym źródłem witaminy A są obligatoryjnie wzbogacane tłuszcze do smarowania pieczywa, z wyjątkiem tłuszczu mlecznego (Dz. U. 2010 nr 174, poz. 1184). Zawartość witaminy A i karotenoidów w żywności determinuje wiele czynników. Należą do nich oprócz czynników genetycznych, sposób karmienia zwierząt, przeprowadzane zabiegi agrotechniczne, pora roku. Stosowane zabiegi technologiczne i techniki kulinarne powodują powstawanie strat na poziomie około 10-15%. Wysoka temperatura obróbki (powyżej 100°C), jest przyczyną pojawienia się większych strat tych składników (do 25%). Biodostępność witaminy A i karotenoidów zależy m.in. od składu pokarmu, a szczególnie od ilości i jakości białka w pożywieniu oraz ilości, rodzaju i jakości tłuszczu. Największa aktywność wchłaniania występuje przy 10% zawartości białka w diecie. Obecność w pożywieniu olejów roślinnych i naturalnych przeciwutleniaczy ułatwia wchłanianie β -karotenu, natomiast duże dawki α -tokoferolu utrudniają ten proces (Gawęcki red., 2012).

Jak podają Normy żywienia...(2020): „Zapotrzebowanie na witaminę A jest zróżnicowane i zależy m.in. od wieku, płci oraz stanu fizjologicznego. Wzrost zapotrzebowania na witaminę A obserwuje się u osób z chorobami układu pokarmowego, podczas długotrwałego stresu i infekcji oraz przy stosowaniu diety zawierającej bardzo małe ilości tłuszczu (5–10 g/dobę). Przyjmuje się, że stężenie retinolu w osoczu niższe od 0,70 $\mu\text{mol/l}$ (20 $\mu\text{g/dl}$) oznacza niedobór witaminy A. Przy stanach zapalnych obserwuje się zmniejszone wchłanianie witaminy A w jelitach. W stanach zapalnych zmniejsza się również uwalnianie retinolu z wątroby, co może ograniczać dostępność witaminy A w tkankach, np. w siatkówce. Podczas infekcji witamina A może być tracona w znacznych ilościach z moczem. U dzieci i osób dorosłych chorych na choroby zakaźne, np. odrę, malarię, biegunki, HIV, stwierdzono niską zawartość retinolu w osoczu, tj. hiporetinolemię.”

Normy na witaminę A zostały ustalone na poziomie średniego zapotrzebowania dla grupy (Estimated Average Requirement, EAR) i poziomie zalecanego spożycia (Recommended Dietary Allowances, RDA). W Tabeli 2 podano Normy polskie na witaminę A, ustalone na poziomie średniego zapotrzebowania (EAR), zalecanego spożycia (RDA) i wystarczającego spożycia (AI)

Tabela 2 Normy polskie na witaminę A, ustalone na poziomie średniego zapotrzebowania (EAR), zalecanego spożycia (RDA) i wystarczającego spożycia (AI) (Normy żywienia..., 2020)

Grupa	μg równoważnika retinolu/osobę/dobę		
	EAR	RDA	AI



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

pleć, wiek			
Niemowlęta			
0–6 miesięcy			350
7–11 miesięcy			350
Dzieci			
1–3 lat	280	400	
4–6 lat	300	450	
7–9 lat	350	500	
Chłopcy			
10–12 lat	450	600	
13–15 lat	630	900	
16–18 lat	630	900	
Dziewczęta			
10–12 lat	430	600	
13–15 lat	490	700	
16–18 lat	490	700	
Mężczyźni			
19–30 lat	630	900	
31–50 lat	630	900	
51–65 lat	630	900	
66–75 lat	630	900	
> 75 lat	630	900	
Kobiety			
19–30 lat	500	700	
31–50 lat	500	700	
51–65 lat	500	700	
66–75 lat	500	700	
> 75 lat	500	700	
Kobiety w ciąży			
< 19 lat	530	750	
≥ 19 lat	530	770	
Kobiety karmiące piersią			
< 19 lat	880	1200	
≥ 19 lat	900	1300	

Niewłaściwe stosowanie suplementów diety bądź preparatów farmaceutycznych może spowodować nadmierną kumulację witaminy A w organizmie. Jej nadmiar może mieć działanie toksyczne i teratogenne. Zaznaczyć jednak należy, że w przeciwieństwie do witaminy A, nawet duże dawki β -karotenu (20–30 mg/dobę) nie wpływają szkodliwie na organizm. Najbardziej znanym objawem długotrwałego, nadmiernego spożywania β -karotenu jest żółto-



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



KULAWSKO-POMORSKI
OŚRODEK DOKŁADZWA ROLNICZEGO
w Nidzicy

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Piotr Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

pomarańczowe zabarwienie skóry, które ustępuje po zaprzestaniu spożywania β -karotenu (karotenodermia) (Gawęcki red. 2012, Normy żywienia..., 2020). Niedobory witaminy A w krajach rozwiniętych obserwuje się rzadko. Wczesnym objawem takich niedoborów jest suchość skóry, gęsia skórka, upośledzenie działania gruczołów łzowych i suchość spojówek. Przedłużający się niedobór witaminy A prowadzi do kurzej ślepoty, zmian w śluzówce dróg oddechowych, przewodu pokarmowego, moczowego, pochwy. Następować może też degeneracja włókien nerwowych. Dobrze zbilansowana dieta nigdy nie jest źródłem takich poziomów witaminy A, które mogłyby powodować toksyczność. (Normy żywienia..., 2020; Gawęcki red., 2012).

Witamina E

Witaminą E określa się związki organiczne rozpuszczalne w tłuszczu należące do tokoferoli - α -, β -, γ -, δ -tokoferole i tokotrienoli - α -, β -, γ -, δ -tokotrienole. Najaktywniejszą formą witaminy E jest α -tokoferol, pozostałe związki wykazują niższą aktywność. Z uwagi na różnice w aktywności biologicznej związków z grupy witaminy E, zawartość tej witaminy wyraża się w równoważnikach α -tokoferolu, gdzie: 1 mg równoważnik α -tokoferolu = 1 mg α -tokoferolu, = 2 mg β -tokoferolu, = 10 mg γ -tokoferolu, = 0,3 mg δ -tokoferolu, = 3 mg α -tokotrienolu, = 20 mg β -tokotrienolu (Zielińska i Nowak, 2014).

Witamina E jest naturalnym antyoksydantem niezbędnym w organizmie do neutralizacji wolnych rodników w środowisku hydrofobowym powstających w przemianach metabolicznych (Niki i Abe, 2019; Galli i in. 2022). Zmniejsza ryzyko rozwoju choroby wieńcowej, zmian miażdżycowych, nowotworów. Badania wskazują, że spowalnia rozwój chorób neurodegeneracyjnych – choroby Alzheimera, choroby Parkinsona (Całkosiński i in., 2011; Szymańska i in., 2009, Haast i Kiliaan, 2015).

Witamina E syntetyzowana jest wyłącznie przez rośliny, jednak występuje także w produktach pochodzenia zwierzęcego. Bogatym źródłem witaminy są tłuszcze roślinne (oleje z zarodków pszenicy, słonecznikowy, krokoszowy). Ze względu na wielkość spożycia za jej źródło uznaje się również produkty zbożowe. Znajduje się w produktach mięsnych oraz mlecznych. Uznaje się, że w większości przypadków spożycie witaminy E pokrywa normy żywienia na tę witaminę. Natomiast wśród osób w podeszłym wieku stwierdzono spożycie witaminy E poniżej normy. (Normy żywienia..., 2020; Gawęcki red., 2012).

Z diety wchłania się w zależności od produktu od 20 do 80% witaminy E. Warunkiem koniecznym tego procesu jest obecność tłuszczu w pokarmie. NNKT utleniają witaminę E, w związku z tym ustalono najkorzystniejszy stosunek α -tokoferolu (w mg) do NNKT (w g), który wynosi 0,6. Zapotrzebowanie na witaminę E zależne jest od wielu czynników, m.in. od wieku, płci oraz stanu fizjologicznego, rodzaju spożywanej żywności. (EFSA NDA Panel, 2015).

Witamina E nie wykazuje działania toksycznego na organizm. Jak podają „Normy żywienia” niekorzystne działanie witaminy E może wystąpić w przypadku niewłaściwego stosowania suplementów diety (co najmniej rok w ilości około 270 mg równoważnika α -



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szpyt, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

tokoferolu/osobę/dobę). Normy zapotrzebowania na witaminę E zostały ustalone na poziomie wystarczającego spożycia (Adequate Intake, AI) (Tabela 4).

Tabela 4. Normy polskie na witaminę E, ustalone na poziomie wystarczającego spożycia (AI)

Grupa płeć, wiek	mg równoważnika α -tokoferolu/osobę/dobę
Niemowlęta	
0–6 miesięcy	4
7–11 miesięcy	5
Dzieci	
1–3 lat	6
4–6 lat	6
7–9 lat	7
Chłopcy	
10–12 lat	10
13–15 lat	10
16–18 lat	10
Dziewczęta	
10–12 lat	8
13–15 lat	8
16–18 lat	8
Mężczyźni	
19–30 lat	10
31–50 lat	10
51–65 lat	10
66–75 lat	10
> 75 lat	10
Kobiety	
19–30 lat	8
31–50 lat	8
51–65 lat	8
66–75 lat	8
> 75 lat	8
Kobiety w ciąży	
< 19 lat	10
$\geq$ 19 lat	10
Kobiety karmiące piersią	
< 19 lat	11
$\geq$ 19 lat	11

Kwasy omega-3

Kwasy tłuszczowe występujące w żywności różnią się między sobą długością łańcucha węglowego i ilością nienasyconych (podwójnych) wiązań występujących pomiędzy atomami węgla. Z uwagi na istotny wpływ na prawidłowe działanie organizmu do najważniejszych



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy
im. Józefa Wybickiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Jacek Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (DWKT) omega-3 (Long Chain Polyunsaturated Fatty Acids, LC-PUFA n-3) **należy kwas α -linolenowy (ALA, C18:3 n-3)** i kwas dokozaheksaenowy (DHA, C22:6 n-3). Organizm ludzki nie ma zdolności wprowadzania wiązań podwójnych, w związku z tym kwasy α -linolenowy i linolowy (LA, 18:2 n-6) nie mogą być w nim syntetyzowane, a ich jedynym źródłem jest dieta. **ALA jest prekursorem kwasów należących do rodziny omega-3, tzn. kwasu eikozapentaenowego (EPA, C20:5 n-3), kwasu dokozapentaenowego (DPA, C22:5 n-3) i kwasu dokozaheksaenowego (DHA, C22:6 n-3), które powstają w wyniku działania enzymów.** Z LA powstaje kwas arachidonowy (C20:4 n-6). W przemianach kwasów tłuszczowych z rodzin n-3, n-6 oraz n-9/n-7 przebiegających w organizmie człowieka uczestniczą te same enzymy. Z tego powodu występuje tzw. współzawodnictwo substratowe, które przy nieodpowiednich proporcjach kwasów w diecie może powodować pojawienie się zaburzeń równowagi fizjologicznej ustroju. Przewaga w diecie LA (n-6) hamuje syntezę EPA i DHA (n-3). DWKT n-3 są składnikami fosfolipidów błon komórkowych, gdzie odgrywają rolę strukturalną (budulcową) i funkcjonalną. Mogą wpływać na metabolizm komórkowy, przekazywanie sygnału i regulację ekspresji genów. DHA wchodzi w skład fosfolipidów błon komórek nerwowych i siatkówki oka, natomiast EPA stabilizuje jego obecność w błonach komórek nerwowych. EPA jest prekursorem syntezy eikozanoidów (grupy biologicznie czynnych substancji), m.in. prostaglandyn (PGE₃) i prostacykliny (PGI₃). Związki te uczestniczą m.in. w regulacji ciśnienia krwi, czynności nerek czy w procesie krzepnięcia krwi. Uważa się, że inne metabolity EPA i DHA (rezolwiny, protektyny) uczestniczą w wygaszaniu stanu zapalnego (Nowak, 2010; EFSA, 2012). W literaturze można znaleźć zalecenia aby dostarczać w diecie kwasy n-6 i n-3 w proporcjach odpowiednio między 4-5:1 lub 2-5:1. Podaje się również, że proporcje tych kwasów w statystycznej diecie to 30-40:1, a zakłada się, że osiągnięcie proporcji 10:1 jest już dostateczne. (Normy żywienia, 2020) Cechą charakterystyczną kwasów tłuszczowych nienasyconych, jest łatwość wchodzenia w reakcję z tlenem i wodorem (przyłączanie ich). Reakcje z tlenem powodują jęłczenie, czyli niekorzystne zmiany jakościowe, w tym sensoryczne produktu. Powstające związki katalizują łańcuchowe reakcje utleniania (autooksydacja) i powodują nie tylko pogorszenie jakości produktu ale również są szkodliwe dla zdrowia. Kwasy ulegają utlenieniu tym łatwiej im więcej posiadają podwójnych wiązań. Dlatego w diecie zawierającej NKT powinna być dostarczana także witamina, która jest naturalnym przeciwutleniaczem. Pożądane proporcje NNKT i witaminy w diecie przedstawia wskaźnik Harrisa, który optymalnie powinien mieścić się między 0,5 a 1. Wskaźnik Harrisa = zawartość α - tokoferolu [mg]/ spożycie NNKT [g] (Gawęcki red., 2012).

W związku z tym dostarczanie odpowiedniej ilości kwasów omega-3 w różnego rodzaju produktach i suplementach staje się szczególnie istotnym zadaniem z punktu widzenia utrzymania zdrowia całej populacji, szczególnie biorąc pod uwagę działanie prozdrowotne tych związków. Kwasy omega-3 w organizmie pełnią szereg istotnych funkcji, m.in.: wpływają na prawidłowy rozwój w okresie prenatalnym, na dojrzewanie układu nerwowego i rozwój funkcji poznawczych, behawioralnych, mowy oraz narządu wzroku u niemowląt i małych dzieci, działają przeciwzapalne, biorą udział (szczególnie EPA) w leczeniu



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Jacek Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

zespołu nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (ADHD), w profilaktyce i leczeniu nadwagi oraz otyłości poprzez hamowanie lipogenezy, w profilaktyce zespołu suchego oka u kobiet, wpływają pozytywnie na funkcjonowanie płuc, na gęstość mineralną kości, metabolizm mięśni szkieletowych, w tym wydolność oraz reakcję metaboliczną mięśni szkieletowych oraz reakcję funkcjonalną podczas treningu.

Oleje roślinne m.in. rzepakowy, sojowy, lniany oraz zielone części roślin jadalnych, orzechy włoskie, a także niektóre nasiona roślin strączkowych dostarczają w diecie najwięcej kwasów omega-3. Z czego olej rzepakowy posiada bardzo korzystny stosunek kwasów omega-6/omega-3 (około 2:1) (FAO/WHO, Codex Standard for named vegetable oils, Rome, 2019). Ryby morskie, szczególnie śledź, pstrąg, makrela, tuńczyk, spośród pozostałych produktów spożywczych zawierają najwięcej DHA. Do źródeł DHA zalicza się także algi i jednokomórkowe glony.

Zapotrzebowanie organizmu i zalecane spożycie zależy m.in. od wieku, stanu fizjologicznego i stanu zdrowia. Codzienna dieta powinna dostarczać odpowiednią ilość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zarówno z rodziny n-3, jak i n-6.

Aktualne rekomendacje zawarte w „Normach żywienia...” dotyczące spożycia LC-PUFA n-3 i n-6 przedstawiono w tabelach 4 i 5.

Tabela 4. Zalecenia dotyczące wystarczającego spożycia (AI, Adequate Intake)1 kwasów tłuszczowych omega-3 (n-3) i omega-6 (n-6) w diecie niemowląt, dzieci i młodzieży

Grupa/wiek	LC-PUFA n-3	LC-PUFA n-6
Niemowlęta i małe dzieci		
7–11 miesięcy ²	ALA 0,5% E DHA 100 mg/dobę	LA 4% E
12–24 miesiące ³		
Niemowlęta karmione mieszankami mlekozastępczymi		
Preparaty do początkowego i do dalszego żywienia niemowląt – skład podstawowy	ALA: 50–100 mg/100 kcal DHA: 20–50 mg/100 kcal	LA: 500–1200 mg/100 kcal
Preparaty do początkowego i do dalszego żywienia niemowląt – dobrowolny dodatek	LC-PUFA n-3 maks. 1,0% FA ⁴ DHA < LC-PUFA n-6 EPA < DHA	LC-PUFA n-6 maks. 2,0% FA ARA maks. 1,0% FA
Dzieci i młodzież		
2–18 lat	ALA 0,5% E DHA + EPA: 1–2 porcje ryb i owoców morza/tydzień, w tym raz ryby tłuste lub 250 mg/dobę	LA 4% E



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypczyński, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

¹ Wystarczające spożycie (AI, Adequate Intake) – poziom spożycia składników odżywczych ustalany na podstawie ich średniego spożycia w danej grupie, stosowany, kiedy brak jest wystarczających danych do ustalenia poziomu średniego zapotrzebowania i wystarczającego spożycia

² Druga połowa pierwszego roku życia (od początku 7. miesiąca życia do pierwszych urodzin). Według zaleceń WHO niemowlęta do końca 6. miesiąca życia powinny być karmione wyłącznie piersią, a pobranie kwasów n-3 i n-6 powinno pochodzić wyłącznie z mleka matki

³ Od pierwszych urodzin do ukończenia drugiego roku życia

⁴ FA – fatty acids (kwasy tłuszczowe)

Tabela 5. Zalecenia dotyczące wystarczającego spożycia (AI, Adequate Intake)* kwasów tłuszczowych omega-3 (n-3) i omega-6 (n-6) w diecie osób dorosłych**

Grupa	LC-PUFA n-3	LC-PUFA n-6
Osoby dorosłe		
Osoby dorosłe	ALA 0,5% E DHA + EPA: 2 porcje ryb/tydzień, w tym raz ryby tłuste lub 250 mg/dobę	LA 4% E
Kobiety w ciąży¹	ALA 0,5% E DHA + EPA 250 mg/dobę + 100–200 mg DHA/dobę	
Kobiety karmiące piersią²	ALA 0,5% E DHA + EPA 250 mg/dobę + 100–200 mg DHA/dobę	

¹ Aktualne zalecenia Polskiego Towarzystwa Ginekologicznego są następujące:

kobiety zagrożone niskim ryzykiem przedwczesnego porodu – min. 600 mg DHA/dobę przez całą ciążę,

kobiety z grupy wysokiego ryzyka przedwczesnego porodu – min. 1000 mg DHA/dobę przez całą ciążę.

² Aktualne zalecenia Polskiego Towarzystwa Położnych są następujące:

1–2 porcje tłustych ryb morskich/tydzień + min. 200 mg DHA/dobę,

w przypadku niskiego spożycia ryb należy uwzględnić suplementację wyższą, np. 400–600 mg DHA/dobę, stosowanie suplementu, który w składzie zawiera DHA z alg *Schizochytrium sp.* hodowanych w kontrolowanych warunkach.

* Wystarczające spożycie (AI, Adequate Intake) – poziom spożycia składników odżywczych ustalany na podstawie ich średniego spożycia w danej grupie, stosowany, kiedy brak jest wystarczających danych do ustalenia poziomu średniego zapotrzebowania i wystarczającego spożycia

** Opracowano na podstawie rekomendacji polskich towarzystw naukowych oraz opinii EFSA i FAO

II. Informacje o przeprowadzonych badaniach i osiągniętych wynikach, które określają możliwość zastosowania rezultatów zrealizowanej operacji w praktyce.

1. Cel badań – założenia innowacji produktowej



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczny-Przyrodniczy
Im. Józefa i Józefiny Kosińskich w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

Celem badań przeprowadzonych w ramach Operacji „Zielone Mleko” w części dotyczącej innowacji produktowej było otrzymanie sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych. Założono, że ser wyprodukowany z mleka krów mlecznych żywionych paszami pozyskiwanymi z użytków zielonych oraz zastosowaniu do jego produkcji innowacyjnych rozwiązań technologicznych charakteryzował się będzie zwiększoną o 20% zawartością kwasu α -linolenowego, witaminy E oraz β -karotenu w stosunku do analogicznego sera produkowanego z mleka krów żywionych konwencjonalnie.

Aby osiągnąć tak postawiony cel Operacja realizowana była w kilku etapach. Etap otrzymania sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych, rozpoczął się po osiągnięciu celów związanych z wdrożeniem innowacji w produkcji mleka krowiego surowego i wprowadzeniu do procesu produkcji zakładanych innowacyjnych rozwiązań technologicznych, tzn. uruchomieniu nowej linii technologicznej do produkcji sera dojrzewającego.

2. Opis przeprowadzonych działań i metody badań

2.1. Przeprowadzone działania w celu otrzymania innowacyjnego produktu

Gwarancją otrzymania wysokiej jakości produktu jest zastosowanie do jego wytworzenia wysokiej jakości surowca oraz poprawność przeprowadzenia procesu technologicznego.

W Operacji „Zielone Mleko” podstawowym surowcem do produkcji serów dojrzewających było mleko pochodzące z gospodarstw niskotowarowych, które wdrożyły model żywienia krów mlecznych oparty na paszach produkowanych z upraw TUZ zarządzanych wg zasad zaproponowanych w projekcie.

Początkowe działania zmierzające do uzyskania mleka o założonych parametrach jakościowych polegały na nawiązaniu ścisłej współpracy pomiędzy gospodarstwami biorącymi udział w Operacji i specjalistą w dziedzinie łąkarstwa. Na tym etapie scharakteryzowano użytki zielone pod względem jakości gleb oraz występującej na nich roślinności. Następnie opracowano mieszanki traw wzbogacone o zioła z przeznaczeniem na użytkowanie kośne oraz pastwiskowe. Każde gospodarstwo otrzymało zalecenia agrotechniczne w celu przygotowania wszystkich użytków zielonych do podsiewów oraz siewu pełnego. Założono, że krowy w okresie pastwiskowym korzystały z łąk i pastwisk, pozostałą część użytków zielonych przeznaczano na zbiór pasz objętościowych w postaci siana i sianokiszonek w systemie kośnym (1-3 pokosów). W okresie zimowym krowy karmione były sianem i sianokiszonką zebraną w sezonie. W gospodarstwach nie stosowano kiszonki z kukurydzy. Dawka pokarmowa ustalana była indywidualnie w zależności od rasy krów mlecznych, wydajności, zapotrzebowania zwierząt i profilu każdego gospodarstwa.

Po wdrożeniu opisanego w Operacji modelu żywienia krów mlecznych, nastąpił etap pozyskiwania i badania mleka pod względem jego jakości ze szczególnym uwzględnieniem



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Jacek Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

monitorowania założonych poziomów witaminy A, E i kwasów omega-3. Badania wykonywano regularnie przez 12 miesięcy. ZM z poszczególnych gospodarstw charakteryzowało się zróżnicowanym poziomem wymienionych składników. Pomimo tego wartości te były wyższe przynajmniej o 20% w stosunku do mleka konwencjonalnego (MK) z tych gospodarstw przed przystąpieniem do projektu. W tabeli (tabela 6) przedstawiono przykładowe wyniki oznaczeń MK oraz ZM. Obserwowano również, że wraz z czasem trwania żywienia krów zgodnie z założeniami projektowymi w kolejnych badaniach kontrolnych (pobraniach) zawartość poszczególnych składników (witaminy A, E i kwasów omega-3) sukcesywnie wzrastała.

Tabela 6 Porównanie zawartości kwasu α -linolenowego, witaminy E oraz β -karotenu w mleku konwencjonalnym (MK) przed wdrożeniem modelu żywienia i w Zielonym Mleku (ZM) trakcie trwania Operacji

Okres badania/ mleko	Kwas α -linolenowy (g/100 g tłuszczu)	Przyrost (%)	Witamina E (μ g/100 ml mleka)	Przyrost (%)	β -karoten (μ g/100 ml mleka)	Przyrost (%)
Przed Operacją/ MK	0,85	20	67,22	30	13,55	38
W trakcie Operacji/ ZM	1,02		87,84		18,85	

Po uzyskaniu założonych poziomów zawartości bioaktywnych składników w ZM, rozpoczęto kolejny etap połączony z wprowadzeniem innowacji technologicznej i zbudowaniem nowej linii do produkcji serów dojrzewających o podwyższonych walorach odżywczych w Spółdzielczej Mleczarni Spomlek w Chojnicach.

Założeniem nowej innowacyjnej linii technologicznej do produkcji serów dojrzewających było m.in. wprowadzenie w ciąg technologiczny maszyn i urządzeń znacznie wyższej kolumny serowarskiej w porównaniu do kolumny, która pracuje w „starej” linii technologicznej Zakładu. Efektem tego miało być skrócenie czasu przebywania ziarna w buforze, co przekłada się na zwiększenie wydajności warzelnii, a ziarno serowarskie charakteryzuje się wyższym stopniem ujednolicenia jego parametrów fizyko-chemicznych. Sery wyprodukowane z wykorzystaniem nowej kolumny mają charakteryzować się ponadto zamkniętą strukturą i odpowiednimi walorami odżywczymi.

Biorąc pod uwagę osiągnięcie celu związanego z produkcją serów dojrzewających o podwyższonych walorach odżywczych należy przyjąć za istotny wkład w jego realizację wprowadzenie do linii technologicznej nowej kolumny serowarskiej. Początek inwestycji związanej z budową nowej linii przypadał na koniec III kwartału 2022 roku i obejmował m.in. instalację dedykowanego repasteryzatora mleka kotłowego oraz dwóch kolumn do produkcji



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im Józefa i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy



KUŁAWSKO-POMORSKI
OŚRODEK DORADZTWA ROLNICZEGO
w Kwidzynie

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypczyński, Jacek Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

sera z Zielonego Mleka, wraz z niezbędnym orurowaniem, zamontowaniem czujników i oprogramowaniem sterującym do obsługi i kontroli procesu produkcji.

Realizacja zakończyła się pod koniec 2022 roku i przystąpiono do pierwszych próbnych produkcji. Był to czas, który poświęcono na optymalizację działania linii poprzez regulację parametrów pracy poszczególnych urządzeń oraz zainstalowanego współpracującego oprogramowania. Optymalizacja w przypadku obróbki surowca sprowadzała się do uzyskania odpowiednich parametrów gęstwy serowej, m.in. jej wyglądu i konsystencji. Przeprowadzono diagnostykę pracy linii, przeanalizowano dane zebrane w trakcie pracy linii, które dały niezbędne informacje do wprowadzenia odpowiednich modyfikacji zarówno w oprogramowaniu jak i w poszczególnych urządzeniach pracujących w linii. Wprowadzone zmiany pozwoliły na udoskonalenie i podniesienie wydajności oraz jakości produkcji. Polegały one między innymi na:

- optymalizacji pracy nowych kolumn poprzez modyfikację oprogramowania sterującego w celu regulacji stopni otwarcia muf regulacyjnych na odpowiednich perforacjach tak aby pozwalały na zachowanie odpowiedniego stosunku serwatki do ziarna i ziarno znajdujące się w kolumnie było całkowicie przykryte lustrem serwatki
- wprowadzeniu zmian do programu w celu optymalizacji pracy kotłów serowarskich z buforem ziarna i nowymi kolumnami i wyeliminowaniu zbyt wczesnego opróżniania bufora względem kotłów serowarskich, co powodowało zachwianie i brak powtarzalności procesu
- napisaniu algorytmu pozwalającego na automatyczną kontrolę wagi gotowego produktu oraz ciągle i automatyczne kreślenie krzywej ważenia i nanoszenie odpowiedniej korekty wysokości cięcia, co pozwoliło na zwiększenie powtarzalności wyrobu
- zamontowaniu nowego czujnika obecności ziarna serowarskiego pomiędzy kotłami a buforem, dzięki czemu program sam automatycznie może uruchamiać płukanie kotła i ogranicza ryzyko wtłaczania powietrza do buforu i napowietrzania masy serowej
- wprowadzeniu stopniowania pracy mieszadła w zbiorniku buforowym ziarna, przez co zmniejsza się stopień napowietrzenia wyrobu

W efekcie przeprowadzonych prac optymalizacyjnych i modyfikacji pracy linii technologicznej można było ustalić ostateczne parametry procesu, np. ustalenie rozpoczęcia pracy kolumny przy pierwszym napełnieniu po 900 s od momentu wykrycia obecności ziarna w kolumnie, ustawienie czasu pracy kolumny na 70 s w pracy cyklicznej i zadanej wysokości cięcia, którą algorytm sam reguluje w stosunku do ilości ziarna w buforze.



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

Etap ten był kolejnym niezbędnym elementem prowadzącym do wytworzenia z ZM sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych i po jego zakończeniu przystąpiono do właściwych prób związanych z produkcją innowacyjnego wyrobu.

Zielone Mleko – ZM było skupowane od gospodarstw uczestniczących w projekcie przez Spółdzielczą Mleczarnię Spomlek w Chojnicach, transportowane i przechowywane indywidualnie (zdj. 1 i 2) i na żadnym etapie produkcji nie łączyło się z mlekiem konwencjonalnym.

Każdorazowo na etapie przyjęcia mleko zbiorcze było badane pod kątem cech organoleptycznych, temperatury, kwasowości oraz pH. Mleko poddawane było również próbie alkoholowej aby określić jego świeżość. W kolejnym etapie próba mleka poddawana była testowi receptorowemu na obecność substancji przeciwbakteryjnych (antybiotyków) (zdj. 3).



Zdj. 1 Przyjęcie mleka zielonego - Linia odbioru mleka z cystern



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen



Zdj. 2 Tank przeznaczony dla Zielonego Mleka



Zdj. 3 Stanowisko do badania zafałszowania mleka antybiotykiem



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

Przed rozpoczęciem produkcji sera z Zielonego Mleka mleko zbiorcze było badane także pod względem zawartości kwasu α -linolenowego, witaminy E oraz β -karotenu. W Tabeli 7 zamieszczono przykładowe wyniki badań ZM kierowanego do produkcji innowacyjnego sera.

Tabela 7. Przykładowe wyniki badania mleka wykorzystanego do produkcji sera

Próba Składnik	Próba 1	Próba 2	Próba 3	Próba 4
Witamina E ($\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ mleka)	55,6	51,02	47,85	51,19
β-karoten ($\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ mleka)	9,69	9,93	7,79	9,37
Kwas α-linolenowy (g/100 g tłuszczu)	1,36	1,33	1,17	0,68

Następnie ZM kierowane było na linię produkcji innowacyjnego sera dojrzewającego. Na zdjęciach (zdj. 4-6) przedstawiono nową linię technologiczną w trakcie produkcji serów z ZM.



Zdj. 4 Zdjęcie z linii w trakcie produkcji serów z ZM

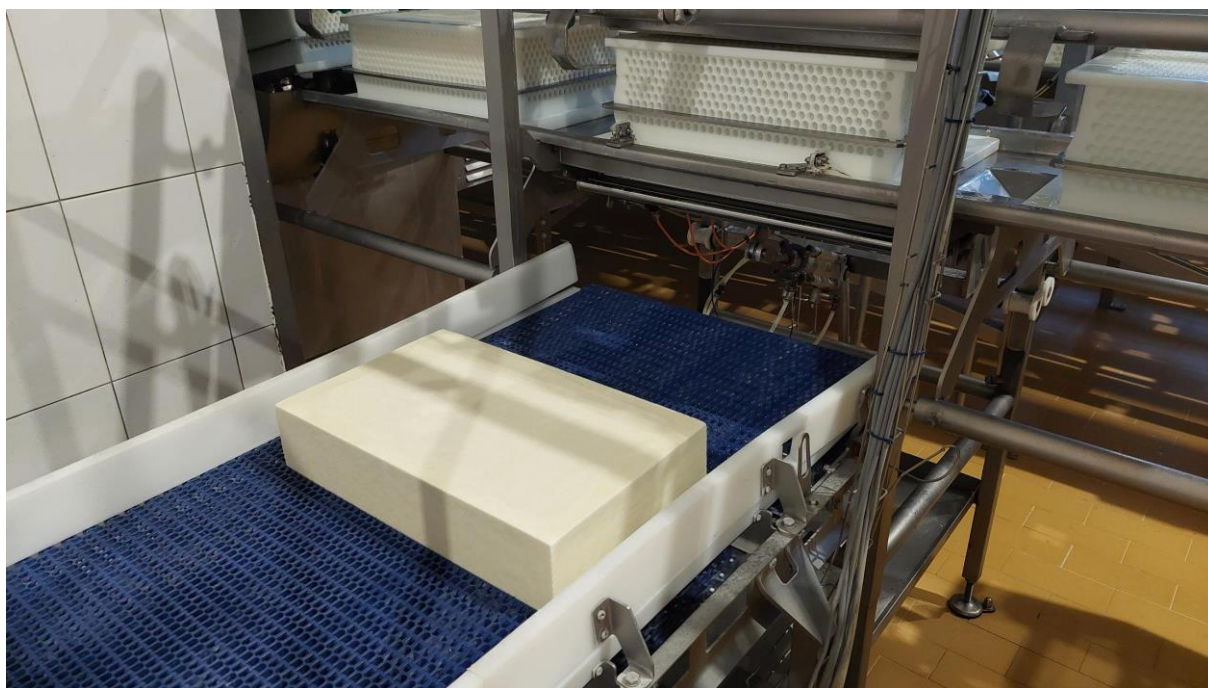


"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen



Zdj. 5 Zdjęcia z linii w trakcie produkcji serów z ZM - bloki sera w formach po prasowaniu wstępnym



Zdj. 6 Zdjęcia z linii w trakcie produkcji serów z ZM - blok sera po prasowaniu głównym



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im Józefa Haynolda w Bydgoszczy



2.2. Zastosowane metody badań zawartości związków bioaktywnych w innowacyjnym produkcie

W celu potwierdzenia osiągnięcia innowacji produktowej w postaci sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych, w postaci wyższej zawartości witaminy A, E oraz kwasu α -linolenowego przeprowadzono badania zawartości wymienionych związków w serach ZM oraz w serach analogicznych otrzymanych z mleka konwencjonalnego (ser K), jako próbach porównawczych. Sery z mleka konwencjonalnego (ser K) produkowane były w na „starej” linii technologicznej Spółdzielczej Mleczarni Spomlek w Chojnicach a sery ZM na nowej innowacyjnej.

Oznaczenia przeprowadzano każdorazowo po wyprodukowaniu nowej partii serów ZM. Próby do badań pobierano w postaci całych serów w opakowaniach jednostkowych (zdj. 7). W tym samym czasie i w ten sam sposób pobierano próby do badań serów K (zdj. 8).



Zdj. 7 Ser ZM – przeznaczony do badań zawartości związków bioaktywnych



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

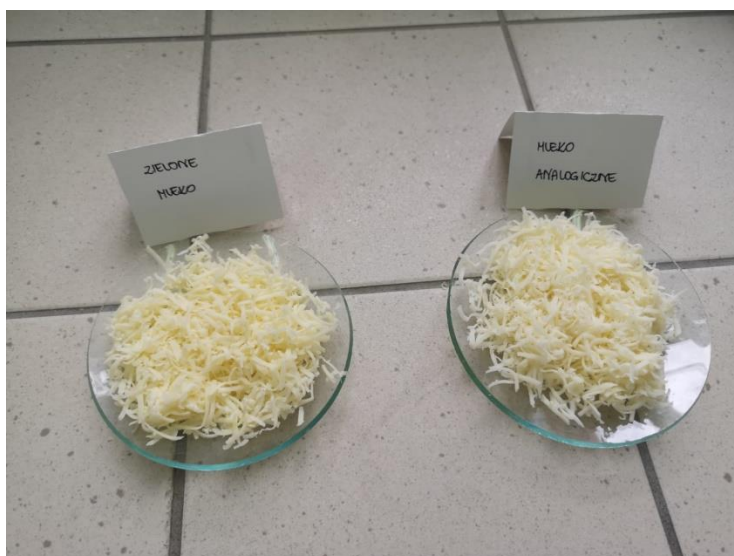
GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szypczyński, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen



Zdj. 8 Ser K – przeznaczony do badań zawartości związków bioaktywnych

Oznaczenia wykonano w Zakładzie Analityki Żywności i Ochrony Środowiska Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich.

Sery ZM i K zapakowane były w nieuszkodzone i szczelne opakowania. Do czasu przeprowadzenia analiz przechowywane były w warunkach chłodniczych. Bezpośrednio przed rozpoczęciem badań sery były rozpakowywane, następnie pobierano z nich reprezentatywne próbki zgodnie z ISO 707:2012. Kolejnym etapem było przygotowanie próbki do analiz. Próbki serów rozdrabniano i następnie postępowano zgodnie z procedurą przygotowania próbki opracowaną na podstawie PN-EN 12823-2:2002 oraz PN-EN 12822:2002 (zdj. 9-11).



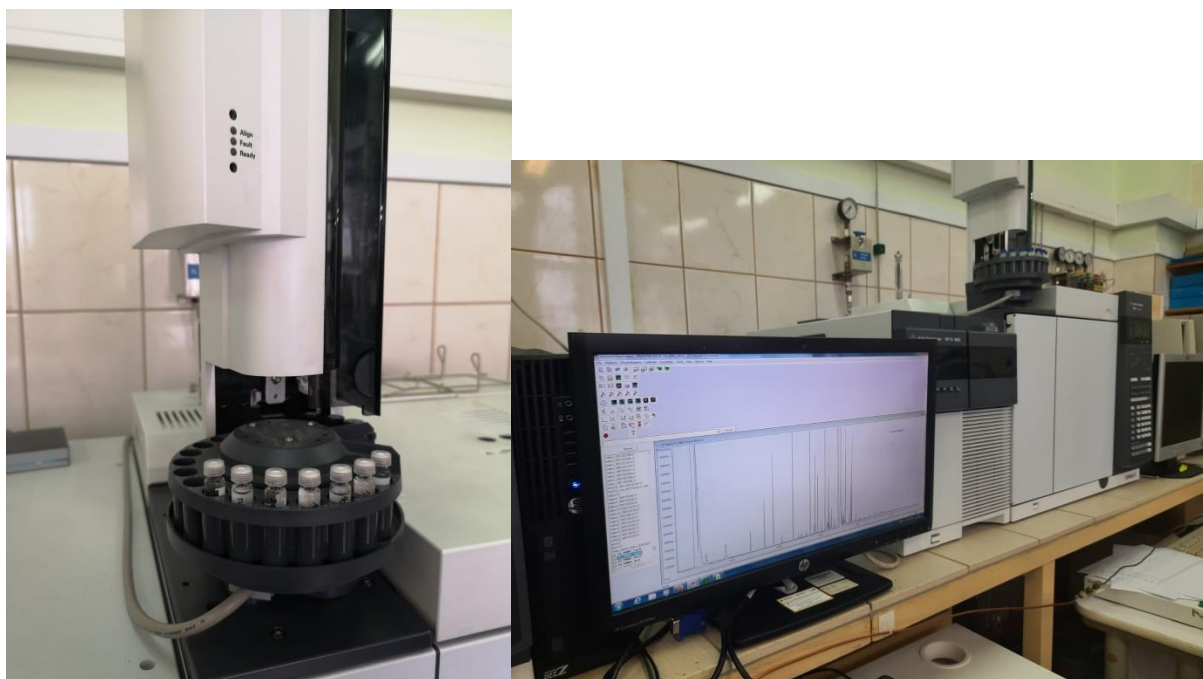


"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen



Zdj. 9-11 Przykładowe zdjęcia procedury przygotowania serów ZM i K do oznaczeń związków bioaktywnych



Zdj. 12-13 Przykładowe zdjęcia przeprowadzenia oznaczeń związków bioaktywnych w serach ZM i K



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

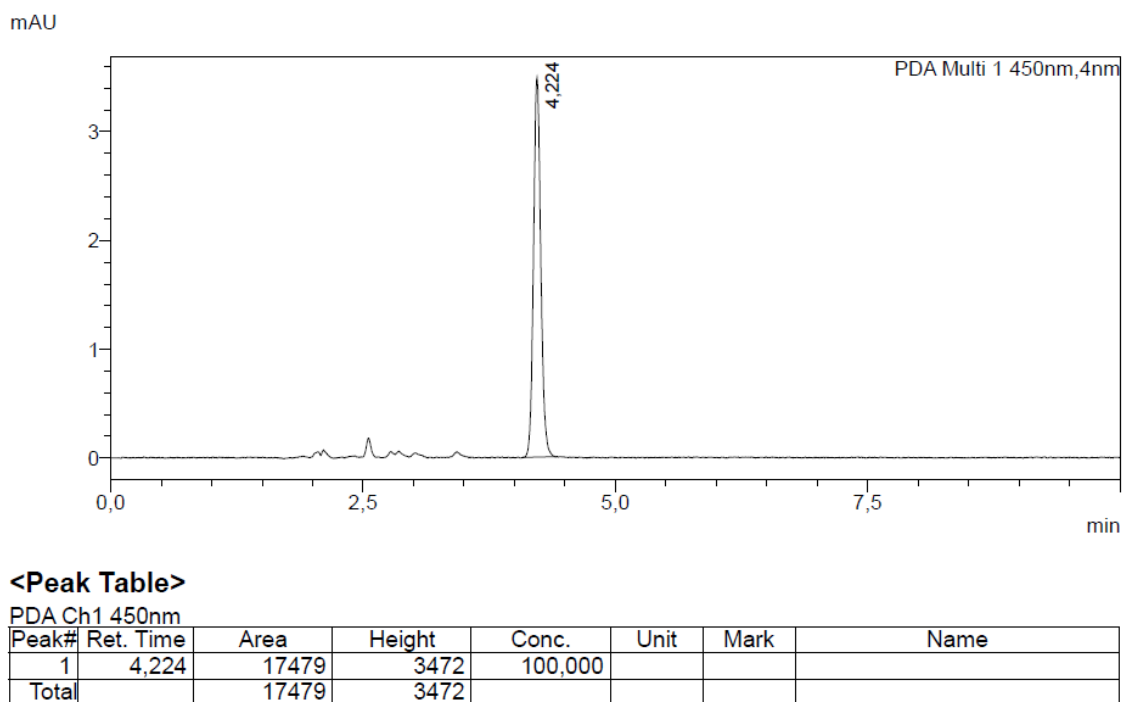


Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im Józefa G. Kościuszki w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

Zawartość witaminy A, jako β -karotenu oraz zawartość witaminy E jako α -tokoferolu w serach oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) z wykorzystaniem chromatografu cieczowego firmy SHIMADZU w układzie faz odwróconych z elucją izokratyczną (metanol/tetrahydrofuran) z detekcją fluorescencyjną dla α -tokoferolu i detekcją UV-Vis dla β -karotenu. W analizach wykorzystano kolumny firmy Phenomenex Gemini–NX 3 μ m C18,150x4.60 mm. Analizę chromatograficzną przeprowadzono na podstawie metodyki opracowanej w Zakładzie Analityki Żywności i Ochrony Środowiska. Analizę ilościową wykonano metodą wzorca zewnętrznego. Zawartość witamin obliczono na podstawie równania krzywej wzorcowej uwzględniając przygotowanie próbki i naważkę sera. Wyniki wyrażono w μ g witaminy/100 g sera. Na rys. 1 i 2 przedstawiono przykładowe chromatogramy oznaczania β -karotenu oraz α -tokoferolu.

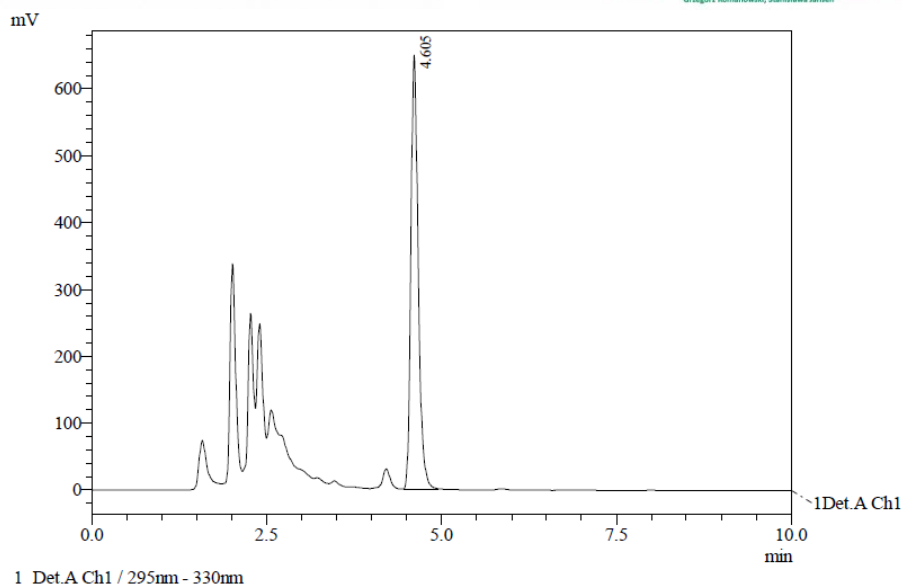


Rys. 1. Przykładowy chromatogram oznaczania β -karotenu w próbce sera.



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen



PeakTable					
Peak#	Ret. Time	Area	Height	Area %	Height %
1	4.605	4769542	649216	100.000	100.000
Total		4769542	649216	100.000	100.000

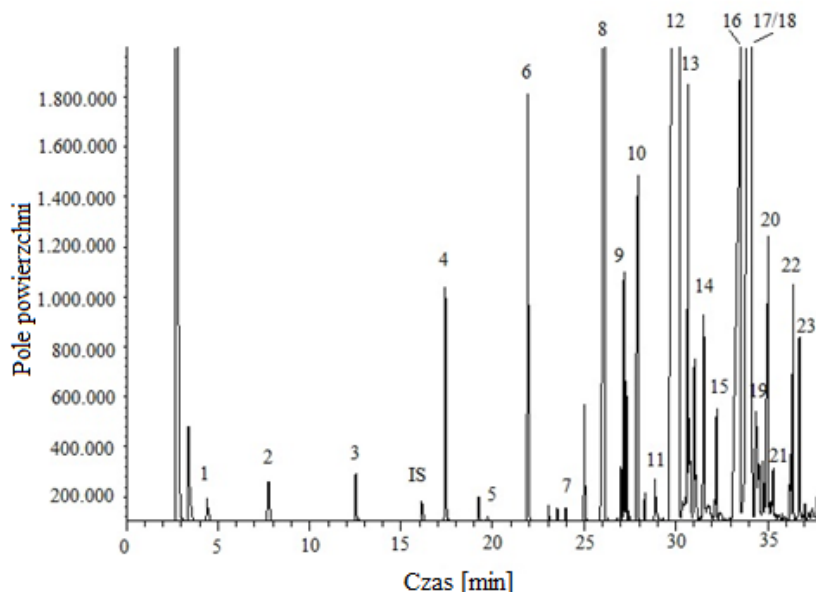
Rys. 2. Przykładowy chromatogram oznaczania α -tokoferolu w próbce sera.

Profil kwasów tłuszczowych w serach oraz zawartość ilościową kwasu α -linolenowego oznaczono metodą chromatografii gazowej z wykorzystaniem chromatografu gazowego Agilent 7890B, Santa Clara, CA, USA wyposażonego w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID) i kolumnę kapilarną SP-2380 (30 m $\times$ 0,25 mm $\times$ 0,2 μ m; Supelco, Bellefonte, PA, USA). Przepływ gazu nośnego wynosił 1 ml/min, temperatura dozownika oraz detektora – 250°C, tryb pracy ustawiono jako split (10:1), a objętość nastrzyku wynosiła 1 μ L. Program temperaturowy pieca chromatografu gazowego przedstawiał się następująco: 50°C/0 min - 4°C/min - 220°C/15 min (zdj. 10-11). Na rys. 3 przedstawiono przykładowy chromatogram oznaczania kwasów tłuszczowych w próbce sera. Procedurę przygotowania próbki opracowano na podstawie zmodyfikowanej metody Folcha opracowanej i zwalidowanej w Zakładzie Analityki Żywności i Ochrony Środowiska.



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szypuł, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen



Rys. 3. Przykładowy chromatogram oznaczania kwasów tłuszczowych w próbce sera. Piki pochodzą od: 1. kwas masłowy, 2. kwas heksanowy, 3. kwas oktanowy, 4. kwas dekanowy, 5. kwas undekanowy, 6. kwas laurynowy, 7. kwas tridekanowy, 8. kwas mirystynowy, 9. kwas (9z)-tetradekanowy, 10. kwas pentadekanowy, 11. kwas pentadekenowy, 12. kwas palmitynowy, 13. kwas palmitoleinowy, 14. kwas margarynowy, 15. kwas heptadekenowy, 16. kwas stearynowy, 17. kwas elaidynowy, 18. kwas oleinowy, 19. kwas linoelaidynowy, 20. kwas linolewy, 21. kwas γ -linolenowy, 22. kwas α -linolenowy, 23. kwas (z)-11-ikozenowy, IS. wzorzec wewnętrzny.

Wyniki profilu kwasów tłuszczowych wyrażono jako procentowy udział poszczególnych kwasów (Rów. 1). W obliczeniach uwzględniono współczynniki korekcyjne dla poszczególnych kwasów związane z odpowiedzią detektora FID (Rów. 2).

$$P_{Ai} = \frac{F_i \times A_i}{\sum A_i} \times 100\% \quad (\text{Rów. 1})$$

gdzie:

F_i – współczynnik korekcyjny dla poszczególnego estru metylowego kwasu tłuszczowego;
 A_i – wartość liczbową pola powierzchni piku odpowiadająca poszczególnemu estrowi metylowemu kwasu tłuszczowego;

$\sum A_i$ – wartość liczbową sumy powierzchni wszystkich pików odpowiadających poszczególnym estrom metylowym kwasów tłuszczowych.

$$F_i = \frac{m_i \times \sum A_i}{A_i \times \sum m} \quad (\text{Rów. 2})$$

gdzie:



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietrąg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

m_i - masa poszczególnego estru metylowego kwasu tłuszczowego w certyfikowanym materiale odniesienia (CRM47885);

$\sum m$ – suma mas poszczególnych estrów metylowych kwasów tłuszczowych w certyfikowanym materiale odniesienia (CRM47885).

Dodatkowo ilościowo oznaczono zawartość kwasu α -linolenowego [g kwasu α -linolenowego/100 g sera] metodą z dodatkiem wzorca wewnętrznego (heksadekan). W celu analizy ilościowej wykonano krzywą kalibracyjną i na tej podstawie obliczono zawartość kwasu α -linolenowego w próbkach serów uwzględniając nawagę i zawartość w nim tłuszczu.

Obliczono podstawowe miary statystyczne, tj. wartość średnią oraz odchylenie standardowe (SD).



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im Józefa G. Kościuszki w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

3. Wyniki badań sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych

Założeniem Operacji „Zielone Mleko” było uzyskanie innowacji produktowej pod postacią sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych. Ser wyprodukowany z ZM charakteryzował się będzie zwiększoną o 20% zawartością kwasu α -linolenowego, witaminy E oraz β -karotenu w stosunku do analogicznego sera produkowanego z mleka krów żywionych konwencjonalnie. W projekcie, na podstawie przeprowadzonych wstępnych badań zaplanowano osiągnięcie określonych poziomów związków bioaktywnych tylko poprzez zmianę systemu żywienia oraz poprzez wprowadzenie innowacyjnej linii technologicznej.

W tabeli (Tabela 8) zamieszczono wyniki wstępne uzyskane przed projektem oraz założenia projektowe, tzn. zwiększenie zawartości wymienionych składników o 20%, efektem czego będzie osiągnięcie celu jakim jest innowacja produktowa.

Tabela 8 Założenia projektowe oraz wyniki uzyskane przed rozpoczęciem projektu (badania wstępne)

	Zawartość związków bioaktywnych		
	Kwas omega-3 Kwas α -linolenowy [g/100g]	Wit. E α -tokoferol [mg/100g]	β -karoten jako retinol [μ g/100g]
Wyniki badań wstępnych (przed projektem)	0,1-0,11	0,446-0,473	12,8-13,7
Założenia w projekcie	0,12	0,535	15,36

W kolejnej tabeli (Tabela 9) zamieszczono średnie wartości otrzymanych wyników badań zawartości kwasu α -linolenowego, witaminy E oraz β -karotenu w serach ZM, natomiast w Tabeli 10 zamieszczono średnie wartości otrzymanych wyników badań zawartości kwasu α -linolenowego, witaminy E oraz β -karotenu w serach analogicznych (ser K).



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Piśtrąg, Tadeusz Szypuł, Piotr Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

Tabela 9 Zawartość związków bioaktywnych w serach ZM (wartości średnie) oraz porównanie do wyników badań uzyskanych przed rozpoczęciem projektu (badania wstępne)

	Zawartość związków bioaktywnych		
	Kwas omega-3 Kwas α -linolenowy [g/100g]	Wit. E α -tokoferol [mg/100g]	β -karoten jako retinol [μ g/100g]
Średnia	0,134	0,743	28,91
SD	0,0327	0,0271	0,713
Różnica - osiągnięte wyniki w stosunku do założeń projektowych [%]	11,91	38,90	88,2
Wzrost zawartości związków bioaktywnych w stosunku do wyników badań wstępnych [%]	34,3	66,7	125,8

Na podstawie uzyskanych wyników badań innowacyjnego sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych, można zauważyć, że założony docelowy poziom zawartości kwasu α -linolenowego jest wyższy o prawie 12% (Tabela 9), a w porównaniu do serów analogicznych otrzymanych z mleka konwencjonalnego o ponad 80% (Tabela 10). Świadczy to o poprawnych założeniach projektowych, związanych zarówno z wprowadzeniem modelu żywienia krów, jak i innowacji technologicznej. Na rynku w obecnej chwili można znaleźć ser dojrzewający z mleka krowiego Pro-Zdrowotny produkowany przez OSM Kosów Lacki. Ser ten produkowany jest z dodatkiem wielonienasyconych kwasów omega-3 i 6 pozyskanych z oleju lnianego, zatem źródłem tych kwasów jest składnik roślinny. W związku z tym obecnie, ser ZM, po wprowadzeniu na rynek będzie jedynym produktem, który nie zawiera dodatków w postaci olejów roślinnych czy rybich a charakteryzuje się podwyższoną zawartością wymienionego składnika osiągniętą bez wprowadzania



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Jacek Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

„niemlecznych” dodatków. Mając na uwadze perspektywę rozwoju tego produktu należy zakładać, że producent będzie nadal dążył do zwiększenia zawartości kwasu α -linolenowego w ZM, tak aby w niedalekiej przyszłości móc wprowadzić oświadczenie dotyczące zawartości kwasów omega-3 w serze, jako ich źródle zgodnie z Rozporządzeniem (WE) nr 1924/2006 („ŹRÓDŁO KWASÓW TŁUSZCZOWYCH OMEGA-3” - Oświadczenie, że żywność jest źródłem kwasów tłuszczowych omega-3, i każde oświadczenie, które może mieć taki sam sens dla konsumenta, może być zamieszczane tylko wówczas, gdy produkt zawiera przynajmniej 0,3 g kwasu α -linolenowego na 100 g i na 100 kcal lub przynajmniej 40 mg kwasów eikozapentaenowego i dokozaheksaenowego razem na 100 g i na 100 kcal.).

Na podstawie uzyskanych wyników dodatkowo obliczono stosunek kwasów omega-6/omega-3 w serach ZM, który wyniósł średnio około 2,8:1, co jest bardzo korzystną proporcją tych kwasów zgodną z aktualnymi zaleceniami żywieniowymi.

Tabela 10 Porównanie zawartości związków bioaktywnych w serach analogicznych (ser K) do wyników uzyskanych w serach ZM

	zawartość związków bioaktywnych		
	Kwas omega-3 Kwas α -linolenowy [g/100g]	Wit. E α -tokoferol [mg/100g]	β -karoten jako retinol [μ g/100g]
Średnia zawartość związków bioaktywnych w serach K	0,074	0,405	13,01
SD	0,0218	0,0373	1,03
Różnica średnich zawartości pomiędzy serami ser ZM/ser K [%]	81,88	83,35	122,20

Analizując dane przedstawione w Tabeli 9 dotyczące zawartości α -tokoferolu, można zauważyć, że podobnie jak w przypadku kwasu α -linolenowego docelowy poziom w serach ZM został osiągnięty. Zaznaczyć należy, że poziom ten jest wyższy prawie o 39% od założeń projektowych oraz o 83% w porównaniu do poziomu α -tokoferolu w serach z



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

mleka konwencjonalnego (K). Również pod względem zawartości tego składnika można zakwalifikować ser ZM jako produkt innowacyjny.

Średnia zawartość β -karotenu w serach ZM jest wyższa o około 88% od założeń projektowych (tab. 9) a o ponad 122% (tab.10) od jego zawartości w serach K. Jest to wynik, który bez wątpienia potwierdza osiągnięcie innowacji produktowej.

W celach weryfikacji i sprawdzenia wyników badań sera ZM w stosunku do oferowanych na rynku serów przeprowadzono dodatkowe analizy. Ponieważ nie ma obowiązku umieszczania informacji na etykiecie o zawartości witamin w serach, które oferowane są w sprzedaży, zakupiono dwa sery typu holenderskiego (podobnie jak ser ZM) i oznaczono w nich zawartość witamin oraz kwasu α -linolenowego (tabela 11).

Tabela 11 Porównanie zawartości związków bioaktywnych w serach handlowych o podobnym składzie do sera ZM

	Zawartość związków bioaktywnych		
	Kwas omega-3 Kwas α -linolenowy [g/100g]	Wit. E α -tokoferol [mg/100g]	β -karoten jako retinol [μ g/100g]
Ser 1	0,041	0,323	10,04
Różnica pomiędzy serami ser ZM/ser 1 [%]	229	130	188
Ser 2	0,042	0,447	15,94
Różnica pomiędzy serami ser ZM/ser 2 [%]	219	66	81

Analizując dane zawarte w tabeli (tab. 11) można stwierdzić, że ser ZM w porównaniu do badanych serów handlowych charakteryzuje się znacznie wyższym poziomem zawartości



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczny-Przyrodniczy
Im. Jana i Józefa Górnika w Bydgoszczy



KULAWSKO-POMORSKI
OŚRODEK DORADZTWA ROLNICZEGO
w Kwidzynie

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Marcin Górnicki, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

badanych składników bioaktywnych. Wykazano, że zawartość kwasu α -linolenowego w serze ZM jest o ponad 200% wyższa niż w serach handlowych 1 i 2 (odpowiednio 229% i 219%). Ponadto zawartość witaminy E w serze ZM jest wyższa odpowiednio o 130% i 66%, a β -karotenu odpowiednio o 188% oraz 81%. Stąd wynika jednoznaczny wniosek, że **ser ZM wyprodukowany w ramach Operacji „Zielone Mleko” w wyniku zastosowania innowacji w produkcji mleka krowiego surowego, a także wprowadzeniu innowacyjnych rozwiązań w linii technologicznej jest produktem innowacyjnym ze względu na podwyższone walory odżywcze poprzez zwiększoną zawartość w nich kwasu α -linolenowego, witaminy E oraz β -karotenu.**

4. Określenie możliwości zastosowania rezultatów zrealizowanej Operacji w praktyce

Operacja „Zielone mleko” wpisuje się w obserwowany w społeczeństwie trend związany ze wzrostem świadomości konsumentów w zakresie wiedzy o żywności i jej wpływie na zdrowie, ponieważ jej założeniem było uzyskanie innowacji produktowej pod postacią sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych o ustalonych określonych poziomach związków bioaktywnych tylko poprzez zmianę systemu żywienia oraz poprzez wprowadzenie innowacyjnej linii technologicznej.

Wyniki badań jednoznacznie wskazują na osiągnięcie celu Operacji jakim było wyprodukowanie sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych. **Można stwierdzić, że osiągnięto założone cele Operacji „Zielone Mleko” w praktyce, w zakresie innowacji produktowej jaką jest ser dojrzewający o podwyższonych walorach odżywczych.**

Rezultaty zrealizowanej Operacji „Zielone Mleko” w praktyce dają możliwość zaoferowania świadomym konsumentom produktu z krótką etykietą o zwiększonej zawartości kwasu α -linolenowego, witaminy E oraz β -karotenu bez wprowadzania „niemlecznych” dodatków o potencjale prozdrowotnym. Ser ZM po wprowadzeniu na rynek będzie jedynym produktem, który nie zawiera dodatków w postaci olejów roślinnych czy rybich a charakteryzuje się podwyższoną zawartością wymienionych składników osiągniętą bez wprowadzania „niemlecznych” dodatków. Biorąc pod uwagę dalsze działania Spółdzielczej Mleczarni Spomlek w Chojnicach i perspektywę rozwoju tego produktu należy zakładać, że producent będzie nadal dążył do zwiększenia zawartości kwasu α -linolenowego w ZM, tak aby w niedalekiej przyszłości móc wprowadzić oświadczenie dotyczące zawartości kwasów omega-3 w serze, jako ich źródle zgodnie z Rozporządzeniem (WE) nr 1924/2006 („**ŹRÓDŁO KWASÓW TŁUSZCZOWYCH OMEGA-3**”).

Ponadto rezultaty zrealizowanej Operacji „Zielone Mleko” w praktyce to również nowe możliwości zrównoważonego rozwoju gospodarczego regionu i poprawa stanu środowiska naturalnego poprzez zrealizowanie etapów Operacji „Zielone Mleko” związanych z nawiązaniem współpracy z niskotowarowymi gospodarstwami zajmującymi się



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy
im. Józefa G. Kościuszki w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

produkcją mleka, w których wdrożono, dzięki inwestycjom i przekazanej eksperckiej wiedzy m.in. z zakresu sposobów prowadzenia TUZ, nowy model żywienia krów. Wzrost świadomości właścicieli gospodarstw w zakresie wpływu ich działań na poprawę dobrostanu zwierząt, stanu środowiska i finalnie na poprawę jakości produkowanego mleka przekłada się w praktyce na wysoką jakość produktu końcowego.

Wysoka dbałość o jakość produkowanego mleka, stałe monitorowanie zawartości badanych w projekcie składników bioaktywnych oraz świadome prowadzenie procesu technologicznego na nowej innowacyjnej linii technologicznej są gwarancją możliwości zastosowania rezultatów zrealizowanej Operacji „Zielone Mleko” w praktyce w postaci wdrożenia technologii otrzymywania innowacyjnego produktu jakim jest ser dojrzewający o podwyższonych walorach odżywczych i w dalszym etapie wprowadzenie go na rynek.

5. Podsumowanie

Celem działań w ramach Operacji „Zielone Mleko” w części dotyczącej innowacji produktowej było otrzymanie sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych. Założono, że ser wyprodukowany z mleka krów mlecznych żywionych paszami pozyskiwanymi z użytków zielonych oraz zastosowaniu do jego produkcji innowacyjnych rozwiązań technologicznych charakteryzował się będzie zwiększoną o 20% zawartością kwasu α -linolenowego, witaminy E oraz β -karotenu w stosunku do analogicznego sera produkowanego z mleka krów żywionych konwencjonalnie. Operacja realizowana była w kilku etapach. Etap otrzymania sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych, rozpoczął się po osiągnięciu celów związanych z wdrożeniem innowacji w produkcji mleka krowiego surowego i wprowadzeniu do procesu produkcji zakładanych innowacyjnych rozwiązań technologicznych, tzn. uruchomieniu nowej linii technologicznej do produkcji sera dojrzewającego. Podstawowym surowcem do produkcji sera było mleko pozyskiwane z gospodarstw, które wprowadziły proponowany w projekcie model żywienia. Produkcja sera z Zielonego Mleka (ZM) została uruchomiona na nowej linii technologicznej z innowacyjnymi rozwiązaniami. W wyprodukowanych serach ZM oznaczano zawartość składników bioaktywnych, które zawarto w założeniach projektowych innowacji produktowej. Wyniki badań jednoznacznie wskazują na osiągnięcie celu operacji jakim było wyprodukowanie sera dojrzewającego o podwyższonych walorach odżywczych. Można zatem jednoznacznie stwierdzić, że osiągnięto założone cele Operacji „Zielone Mleko” w praktyce, w zakresie innowacji produktowej jaką jest ser dojrzewający o podwyższonych walorach odżywczych. Wysoka dbałość o jakość produkowanego mleka, stałe monitorowanie zawartości badanych w projekcie składników bioaktywnych oraz świadome prowadzenie procesu technologicznego są gwarancją produkcji innowacyjnego sera dojrzewającego. Osiągnięcie celu niesie ze sobą możliwość zaoferowania świadomym konsumentom produktu z krótką etykietą o zwiększonej zawartości kwasu α -



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im. Jana i Janyiny Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

linolenowego, witaminy E oraz β -karotenu bez wprowadzania „niemlecznych” dodatków o potencjale prozdrowotnym.

Summary

The aim of the activities under the "Green Milk" Operation in the part concerning product innovation was to obtain ripening cheese with increased nutritional values. It was assumed that the cheese produced from the milk of dairy cows fed with fodder obtained from grasslands and the use of innovative technological solutions for its production will be characterized by a 20% increase in the content of α -linolenic acid, vitamin E and β -carotene in relation to the analogous cheese produced from milk conventionally fed cows. The operation was carried out in several stages. The stage of obtaining ripening cheese with increased nutritional values began after achieving the goals related to the implementation of innovations in the production of raw cow's milk and introducing the assumed innovative technological solutions to the production process, i.e. launching a new technological line for the production of ripening cheese. The basic raw material for the production of cheese was milk obtained from farms that introduced the model of nutrition proposed in the project. The production of cheese from Green Milk has been launched on a new technological line with innovative solutions. The content of bioactive ingredients, which were described in the design assumptions of the product innovation, was determined in the produced ZM cheeses. The results of the research clearly indicate the achievement of the operation's goal, which was the production of ripening cheese with increased nutritional values. Therefore, it can be unequivocally stated that the objectives of the "Green Milk" operation have been achieved in practice, in terms of product innovation, which is ripening cheese with increased nutritional values. High attention to the quality of the milk produced, constant monitoring of the content of bioactive ingredients tested in the project and conscious conduct of the technological process guarantee the production of an innovative ripening cheese. Achieving the goal brings with it the possibility of offering conscious consumers a product with a short label with an increased content of α -linolenic acid, vitamin E and β -carotene without introducing "non-dairy" additives with potential health benefits.



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im Józefa G. Kościuszki w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Jacek Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

6. Główne korzyści, wynikające z zastosowania rezultatów zrealizowanej Operacji „Zielone Mleko” w praktyce, w zakresie innowacji produktowej przez ich adresata

(j. polski i j. angielski)

Działania prowadzone w Operacji „Zielone Mleko” tworzą nowe możliwości zrównoważonego rozwoju gospodarczego regionu i wpływają na poprawę stanu środowiska naturalnego. Głównymi korzyściami wynikającymi z zastosowania rezultatów Operacji jest stworzenie stabilnej perspektywy zrównoważonego rozwoju regionu poprzez dostrzeżenie potencjału i zainicjowanie wsparcia i rozwoju gospodarstw niskotowarowych zajmujących się produkcją mleka, korzystających głównie z pasz pochodzących z pastwisk oraz z trwałych użytków zielonych (TUZ). Gospodarstwa, które wzięły udział w projekcie zyskały nie tylko materialnie na inwestycjach w postaci zakupu np. maszyn do obsługi użytków zielonych czy zakupu środków do produkcji, ale, co równie cenne, na przekazanej eksperckiej wiedzy m.in. z zakresu żywienia krów, bez której nie byłoby możliwości uzyskania wysokiej jakości mleka o podwyższonych walorach odżywczych. Stanowi to fundament stałego wzrostu świadomości właścicieli w zakresie wagi i wpływu ich działań prowadzonych w gospodarstwach na poprawę dobrostanu zwierząt, stanu środowiska i finalnie na poprawę jakości produkowanego mleka, co przekłada się w efekcie na wysoką jakość produktu końcowego. Spółdzielcza Mleczarnia „Spomlek” w wyniku prowadzonych w ramach Operacji „Zielone Mleko” inwestycji uruchomiła nową linię technologiczną, w której zastosowano innowacyjne rozwiązania mające na celu zwiększenie wpływu na przebieg procesu technologicznego i w efekcie podniesienie jakości produkowanych serów dojrzewających. Oferowany przez nią innowacyjny produkt ma szansę pozytywnie wpłynąć na wyniki finansowe firmy poprzez zwiększenie sprzedaży produktów, poszerzając portfolio firmy, również poprzez działania promocyjne zwiększające wiedzę konsumentów o pro jakościowych i proekologicznych działaniach firmy pozytywnie wpływających na jej wizerunek. Kolejną korzyścią dla Spółdzielni, wynikającą bezpośrednio z realizacji Operacji jest utworzenie trwałej grupy dostawców wysokiej jakości mleka, której współpraca z Zakładem oparta jest na stałym kontakcie i wzajemnym zaufaniu w kwestii jakości oferowanego surowca oraz gwarancji jego zbytu. Atutem zastosowania rezultatów Operacji „Zielone Mleko” jest opracowanie innowacji produktowej, jaką jest ser dojrzewający o podwyższonych walorach odżywczych. Jej beneficjentem jest konsument dostający w ofercie produkt o prozdrowotnym potencjale, spełniający wymagania jakościowe stawiane obecnie żywności m.in. charakteryzujący się prostym składem bez dodatków funkcjonalnych (krótka etykieta), o zwiększonej zawartości kwasów omega-3, witaminy E oraz β -karotenu, uzyskanej bez wprowadzania „niemlecznych” dodatków, a jedynie poprzez wykorzystanie do produkcji wysokiej jakości mleka o odpowiednim składzie. Ponadto wartością dodaną, wynikającą z zastosowania rezultatów Operacji jest jej prospołeczny i proekologiczny potencjał wynikający z założeń projektowych związanych z położeniem nacisku na działania zwiększające szanse na rynku gospodarstw niskotowarowych, które wprowadziły do upraw pastwiskowych i TUZ rośliny niewymagające intensywnych zabiegów agrotechnicznych a dodatkowo mogących redukować uwalnianie do atmosfery podtlenku azotu, powstającego podczas przemian



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy
im. Józefa i Józefiny Kosińskiego w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypczyński, Jacek Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

glebowych, poprawiających strukturę gleby oraz zwiększających retencję wody, co bezpośrednio wpływa na stan środowiska. Optymalny model żywienia krów ma również potencjał związany z możliwością ograniczenia emisji metanu. Wymienione skutki wynikające z zastosowania rezultatów zrealizowanej Operacji „Zielone Mleko” w praktyce sprzyjają rozwiązaniom minimalizującym oddziaływanie produkcji zwierzęcej na środowisko wpisując w krajową, jak i unijną koncepcję polityki ekologicznej w obszarze środowiska i gospodarki wodnej.

Podsumowując korzyści, które pojawiły się w efekcie realizacji Operacji bezpośrednio dotyczą producentów mleka oraz Spółdzielczej Mleczarni „Spomlek”, jednak w szerszym kontekście Operacja „Zielone Mleko” tworzy korzyści, z których czerpać może konsument, któremu oferowany będzie innowacyjny produkt o podwyższonych walorach odżywczych, w dalszej kolejności społeczeństwo, które skorzysta na zmianach wprowadzonych w gospodarstwach, posiadających proekologiczny potencjał, pozytywnie oddziałujących na środowisko i klimat, poprzez redukcję chemizacji, korzystny wpływ na retencję i czystość wody oraz atmosfery.

The main benefits resulting from the implementation of the results of the "Green Milk" Operation in practice, in the scope of product innovation, by its recipient.

The activities carried out in the "Green Milk" Operation create new opportunities for sustainable economic development of the region and contribute to improving the state of the natural environment. The main benefits resulting from the implementation of the Operation's results include creating a stable perspective of sustainable regional development by recognizing the potential and initiating support and development of low-intensity farms engaged in milk production, primarily using pasture-based feed and sustainable green areas. The farms that participated in the project gained not only financially from investments, such as purchasing machinery for managing green areas or buying production supplies, but also, equally importantly, from the expert knowledge provided, including in the field of cow nutrition, without which it would not be possible to obtain high-quality milk with enhanced nutritional values. This forms the foundation for the owners' increased awareness regarding the importance and impact of their activities on improving animal welfare, the environment, and ultimately, the quality of the produced milk, which translates into a high-quality end product.

As a result of the investments made within the "Green Milk" Operation, the Cooperative Dairy "Spomlek" launched a new technological line that incorporates innovative solutions aimed at increasing the influence on the course of the technological process and, consequently, improving the quality of matured cheeses produced. The innovative product offered by the dairy has the potential to positively impact the company's financial results through increased sales, including promotional activities that enhance consumers' knowledge about the company's quality and pro-ecological actions that positively affect its image.



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy



GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

Another direct benefit for the cooperative resulting from the operation's implementation is the creation of a stable group of high-quality milk suppliers, whose cooperation with the facility is based on constant communication and mutual trust regarding the quality of the offered raw material and its market demand. An advantage of applying the results of the "Green Milk" Operation is the development of a product innovation, namely matured cheese with enhanced nutritional values. Its beneficiary is the consumer who receives a product in the market that meets the current quality requirements, characterized by a simple composition without functional additives (short label), with increased content of omega-3 fatty acids, vitamin E, and β -carotene, achieved without introducing "non-dairy" additives but solely by using high-quality milk with the appropriate composition for production.

Furthermore, the added value resulting from the application of the Operation's results lies in its pro-social and pro-ecological potential stemming from the project's assumptions related to emphasizing actions that increase the chances of low-intensity farms on the market. These farms have introduced low-input pasture-based cultivation and alternative land-use plants that can also reduce the release of nitrous oxide into the atmosphere during soil transformations, improving soil structure and increasing water retention, which directly affects the environment. The optimal feeding model for cows also has the potential to reduce methane emissions. The mentioned effects resulting from the implementation of the "Green Milk" Operation in practice favor solutions that minimize the impact of animal production on the environment, aligning with national and EU concepts of ecological policies in the field of the environment and water management.

To summarize the benefits that have emerged as a result of implementing the Operation, they directly concern milk producers and the cooperative dairy "Spomlek." However, in a broader context, the "Green Milk" Operation creates benefits that consumers can enjoy by offering them an innovative product with enhanced nutritional values. Furthermore, society as a whole benefits from the changes implemented in farms with pro-ecological potential, which positively affect the environment and climate by reducing chemical usage and having a favorable impact on water and air quality.



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy
im. Jana i Józefy Kosińskich w Bydgoszczy



KUŚKOWO-POMORSKI
OŚRODEK DOKŁADZWA ROLNICZEGO
w Mielnie

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

7. Wykaz literatury

1. . Fields A.L., Soprano D.R., Soprano K.J., Retinoids in biological control and cancer, J. Cell. Biochem., 2007, 102, 4, 886–898.
2. Brodziak A., Król J., Ryszkowska-Siwko M., 2018, Zawartość białka w różnych rodzajach serów dostępnych na rynku Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, 104, 25-35, DOI: 10.26408/104.03.
3. Całkosiński I., Rosińczuk-Tonderys J., Szopa M., Zastosowanie wysokich dawek tokoferolu w prewencji i potencjalizacji działania dioksyn w doświadczalnym zapaleniu, Postępy Hig. Med. Dośw., 2011, 65, 143–157.
4. Cichosz G., Czeczot H., 2012, Kwasy tłuszczowe izomerii trans w diecie człowieka. BROMAT. CHEM. TOKSYKOL. – XLV, 2, 181–190.
5. De Caterina R., 2011, Kwasy tłuszczowe z grupy omega-3 w chorobach układu krążenia. Kardiologia po Dyplomie, 10(12), 12-28.
6. Dutkowska A., Rachoń D., 2015, Rola kwasów tłuszczowych n-3 oraz n-6 w prewencji chorób układu sercowo-naczyniowego. Choroby Serca i Naczyn 12 (3), https://journals.viamedica.pl/choroby_serca_i_naczyn/article/view/42657/30218
7. EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), Scientific Opinion on Dietary Reference Values for vitamin E as α -tocopherol, EFSA Journal, 2015, 13, 7, 4149, 1–71.
8. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA), EFSA Journal, 2012, 10, 7, 2815
9. FAO/WHO, Codex Standard for named vegetable oils, Rome, 2019.
10. Fox P.F., McSweeney P.L.H., 1998 – Dairy Chemistry and Biochemistry. Blackie Academic&Professional, London.
11. Gadzała K., Lesiów T., 2019 - Wybrane aktualne trendy żywieniowe. Praca przeglądowa Nauki Inżynierskie i Technologie Engineering Sciences And Technologies, 2(33), 9-25.
12. Galli F., Bonomini M., Bartolini D., Zatini L., Reboldi G., Marcantonini G., Gentile G., Sirrolli V., Di Pietro N., 2022. Antioxidants, 11, 1-19. DOI.org/10.3390/antiox11050000.



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietróg, Tadeusz Szypuł, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

13. Gawęcki J. red., 1997, Prawda o tłuszczach. Wyd. Instytut Danone – Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, ISBN 83-907366-1-6.
14. Gawęcki J. red., 2012, Żywnienie człowieka t.1, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
15. Górska, J. (2017). Produkty bezlaktozowe: Wzrost bez laktozy. Forum Mleczarskie Handel, 84(5). <https://www.forummleczarskie.pl/RAPORTY/665/produkty-bezlaktozowe>
16. Guliński P., Kłopotowska A., 2019. Próba opracowania metody określania typowego składu chemicznego mleka polskich krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej – propozycja. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, 15(3), 9-21, DOI: 10.5604/01.3001.0013.5135
17. Guliński P., Salamończyk E., Młynek K., 2018 – Możliwości modyfikacji składu chemicznego mleka krów. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, 1-122.
18. Haast R.A.M., Kiliaan A.J., 2015. Impact of fatty acids on brain circulation, structure and function. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 92, 3-14.
19. Haider B.A., Bhutta Z.A., Neonatal vitamin A supplementation for the prevention of mortality and morbidity in term neonates in developing countries, Cochrane Database Syst. Rev., 2011, 10, CD006980.
20. Kączkowski J., 2017, Podstawy biochemii, Wydawnictwo Naukowe PWN.
21. Knysz P., Gondek M., Pysz-Łukasik R., Ziomek M., Drozd Ł. Paszkiewicz W., Szkucik K., 2018, Skład chemiczny i wartość odżywcza regionalnych serów podpuszczkowych produkowanych metodą tradycyjną. Med. Wet. 74(10), 671-675, DOI: dx.doi.org/10.21521/mw.5971
22. Kolanowski W., 2013. Funkcje i przemiany metaboliczne wleoneienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 w organizmie człowieka. Bromat. Chem. Toksykol., XLVI, 3, 267-278.
23. Kowalska M., Cichosz G., 2013, Produkty mleczarskie – najlepsze źródło CLA. Bromat. Chem. Toksykol., 1, 1-12.
24. Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K., Tabele składu i wartości odżywczej żywności, Wyd. 2, PZWL Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa, 2017.
25. Michalska A., Bielecka M., 2022, Jakość surowca determinantą jakości serów dojrzewających. Przegląd Mleczarski 7, 14-25.



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

GOSPODARSTWA ROLNE:
Jacek Pietrong, Tadeusz Szypczyński, Rafał Górniewicz, Andrzej Pestka, Marek Kalinowski,
Grzegorz Romanowski, Stanisław Jansen

26. Niki E., Abe K., 2019. Food Chemistry, Function and Analysis: Vitamin E: Structure, Properties and Functions. Book chapter, <https://doi.org/10.1039/9781788016216-00001>
27. Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie pod red. M. Jarosz, E. Rychlik, K. Stoś i J. Charzewska, 2020, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego.
28. Nowak J.Z., 2010. Przeciwwzapalne „prowygaszeniowe” pochodne wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega 3 i omega 6. Postępy Hig. Med. Dośw. (online), 64. 115-132. E-ISSN 1732-2693
29. Pijanowski E., Gawęł J., 1985, Zarys chemii i technologii mleczarstwa. Państwowe Wyd. R i L, Warszawa
30. Reklewska B., Bernatowicz E., 2002. Bioaktywne składniki frakcji tłuszczowej mleka. Przegląd Hodowlany, 11, 1-6.
31. ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO i RADY (UE) NR 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 922/72, (EWG) nr 234/79, (WE) nr 1037/2001 i (WE) nr 1234/2007
32. Siwiec E., Stachowska E., 2017. Wpływ sprzężonych dienów kwasu linolowego na procesy biochemiczne w komórkach i tkankach. Postępy Biochemii, 63(2), 125-131.
33. Sołyhwo-Szpajer M., Piękosz K., Bellwon J., Stołyhwo A., Rynkiewicz A., 2001. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe i ich wpływ na czynniki ryzyka miażdżycy ze szczególnym uwzględnieniem ciśnienia tętniczego. Nadciśnienie tętnicze, 5 (3), 211-219.
34. Szymańska R., Nowicka B., Kruk J., Witamina E – metabolizm i funkcje, Kosmos Problemy Nauk Biologicznych, 2009, 58, 1–2, 282–283, 199–210.
35. Walther B., Schmid A., Sieber R., Wehrmuller K., 2008, Cheese in nutrition and health Dairy Sci. Technol. 88, 389–405. Available online at: c INRA, EDP Sciences, www.dairy-journal.org DOI: 10.1051/dst:2008012
36. _Zielińska A., Nowak I., Tokoferole i tokotrienole jako witamina E, Chemik, 2014, 68, 7, 585–591.